HYDROGRAFISCH OPNEMEN



UITGEGEVEN DOOR HET MINISTERIE VAN DEFENSIE

1938

HYDROGRAFISCH OPNEMEN

UITGEGEVEN
DOOR DE AFDEELING HYDROGRAFIE
VAN HET MINISTERIE VAN DEFENSIE

1938

'S-GRAVENHAGE — ALGEMEENE LANDSDRUKKERIJ

INHOUD

INLEIDING

WAT IS HYDROGRAFIE?

Dit woord, samengesteld uit twee grieksche woorden welke beteekenen: „water" en „beschrijving", heeft in zeer algemeenen zin zoowel betrekking op zoetwater: rivieren, meren, enz. als op de zeeën en wordt alsdan gebezigd in betrekking tot velerlei wetenschappelijke onderwerpen, zooals geologie, geodesie, oceanografie, meteorologie, en behandelt de biologische, chemische en fysische eigenschappen van het water.

Voor den zeeman heeft het woord hydrografie een beperktere strekking, de volgende definitie is vastgesteld:

Hydrografie is de wetenschap, welke de juiste gedaante van het aardoppervlak voor zoover van belang voor de zeevaart, vaststelt en bekendmaakt in een voor den zeeman passenden vorm.

Men verstaat daaronder:

1°. triangulatie en kustbepaling;

2°. de opmeting van zeeën en zeearmen, baaien, rivieren en andere bevaarbare wateren;

3°. waarnemingen en bestudeering van getijden, getijstroomen en andere stroomen;

4°. magnetische, astronomische en oceanografische waarnemingen voor zoover als nuttig is voor de opneming en voor de scheepvaart;

5°. het samenstellen en uitgeven van zeekaarten, zeemansgidsen, lichtenlijsten, getijtafels, berichten aan zeevarenden, en andere inlichtingen welke betrekking hebben op bovengenoemde taak.

Het woord „Hydrograaf" (Hydrographer) wordt in Nederland, Engeland en eenige andere landen gebruikt met betrekking tot den Chef en Souschef van den Hydrografischen Dienst, dus betreffende personen, die zoowel bij het Bureauwerk als bij het opnamewerk een leidende functie vervullen (vervulden); „Opnemers" (surveyor) zijn zij, die het opnemingswerk verrichten.

De bovenstaande definities zijn het resultaat van besprekingen van het Internationale Hydrografische Bureau te Monaco.

Het hydrografische opnemingswerk heeft ten doel, alle gegevens te verzamelen, noodig voor de samenstelling of verbetering van zeekaarten en zeemansgidsen, welke den zeeman en ten deele ook de binnenschipperij in staat stellen zijn bestemming te bereiken, het afgebeelde terrein veilig te bevaren, de kusten aantedoen, ankerplaatsen op te zoeken en havens binnen te loopen. Dit boekje vormt voor dezen arbeid een leidraad en beschrijft alle methoden, welke in den loop der jaren bij het opnemingswerk een min of meer duurzame toepassing hebben gevonden.

Het opnemingswerk kan worden gesplitst in drie deelen:

a. triangulatie en plaatsbepaling;

b. loodingwerk;

c. teekenwerk.

Hierbij sluit zich aan:

kennis van den arbeid van het Hydrografisch Bureau, omdat de wijze waarop aldaar kaarten en boekwerken worden samengesteld, en de eischen waaraan deze moeten voldoen, den opnemer, die de gegevens verzamelt en rangschikt, grondig bekend moeten zijn.

In het algemeen kan worden gezegd, dat het opnemingswerk den goed onderlegden zeeman geen moeilijke theoretische problemen stelt.

De noodzakelijke eigenschappen voor een goed opnemer zijn: organisatietalent, gezond verstand, leiderstalent, zeemanschap, voortdurende aandacht en toewijding, routine, degelijk, nauwkeurig en net werken, nooit opzien tegen de moeite, een zaak tot op den grond na te speuren, aanleg en gevoel voor instrumenten, goed observateur.

Daaruit wordt geboren: liefde voor het werk, en voldoening over een goed volbrachte taak.

DE STAND VAN ZAKEN

De hydrografische arbeid, waarmede hier bedoeld wordt het terreinwerk, wordt in Nederland meestal uitgevoerd met slechts één opnemingsvaartuig — de Hydrograaf — waaraan een motorvlet met echolood is toegevoegd. De Hydrograaf is alleen werkzaam gedurende de zes zomermaanden en is bemand met vast burger personeel. De leiding berust bij een zeeofficier, meestal een gewezen of toekomstig Commandant van een der opnemingsvaartuigen in Ned. Indië, aan wien één of twee jongere zeeofficieren zijn toegevoegd.

De hydrografische arbeid bestaat in Nederland hoofdzakelijk uit contrôle der zeegaten en vaarwaters, welke door den aard van den bodem- zand en modder- en onder den invloed der getijstroomen zich voortdurend wijzigen. Ook de dienst van het Loodswezen en de Rijkswaterstaat voeren vele plaatselijke opnemingen uit en er is tusschen deze drie Diensten een voortdurende uitwisseling der verkregen gegevens.

In Oost Indië, het verreweg grootste en belangrijkste terrein der hydrografische opnemingen, is eerst in de allerlaatste jaren der vorige eeuw op voortvarende en moderne wijze het werk aangevat. De sterke uitbreiding van de scheepvaart en de grootere diepgang der nieuwe schepen brachten een grooten aandrang naar goede zeekaarten.

De voltooiing eener stelselmatige opneming van den ganschen Archipel- de Zuidkust van Nieuw Guinee vormt hierop de eenige uitzondering — was in 1930 voltooid waarmede echter niet gezegd is, dat de huidige kaarten feilloos zijn. Bij de heropneming zal thans nog op vele terreinen aan het nauwkeurige onderlinge verband der eilandengroepen moeten worden gearbeid, maar voornamelijk zal een meer afdoend onderzoek naar de diepte der zeeën en vaarwaters en het opsporen van gevaarlijke riffen in de voornaamste scheepvaartroutes de hoofdschotel van den toekomstigen arbeid vormen. Aan dezen arbeid zijn in Ned. Indië gemiddeld drie opnemingsvaartuigen werkzaam, gedeeltelijk behoorende tot de Koninklijke Marine (Hr. Ms. Snellius en Tydeman), gedeeltelijk tot de gouvernementsmarine (ss. Eridanus, Hydrograaf, Orion). Zie hieromtrent de uitvoerige mededeelingen in het Hoofdstuk Geschiedenis blz. 142.

In West Indië is nooit een eigenlijk opnemingsvaartuig werkzaam geweest. Aan de hand der gegevens, welke in den loop van vele jaren door de stationsschepen der Koninklijke Marine zijn verzameld, van de opnemingen welke door enkele zeeofficieren met behulp van plaatselijk personeel en materiaal werden verricht en aan de hand van de topografische kaarten, kan thans, in 1938, voor het eerst worden gezegd, dat de Nederlandsche zeekaarten en de Zeemansgids van Nederlandsch West Indië aan alle billijke eischen voldoen.

HOOFDSTUK I

BASISMETING

De grondslag eener opneming, het vaste geraamte van de kaart welke hieruit onstaat, is een stel van nauwkeurig bepaalde, in onderling verband vastgelegde, kenbare punten. De berekeningen van den onderlingen afstand en richting dezer punten geschiedt uit een stel driehoeken en wordt triangulatie genoemd. Lengte en richting van één zijde van den eersten driehoek worden zoo zuiver mogelijk bepaald, voor de verdere berekeningen zijn dan slechts nog hoekmetingen noodig. Deze eerste zijde wordt genoemd: basis der triangulatie. De *richting* wordt bepaald door een astronomische peiling, de *lengte* door meting.

Naar gelang van de omstandigheden heeft basismeting plaats volgens één der volgende methoden:

a. met meetlint, meetlat of meetketting;

b. met de theodoliet, door middel van tachymeter en basislat;

c. tuighoogte;

d. met behulp van den afstandmeter;

e. het uitstoomen van een langen draad (taut wire measuring gear).

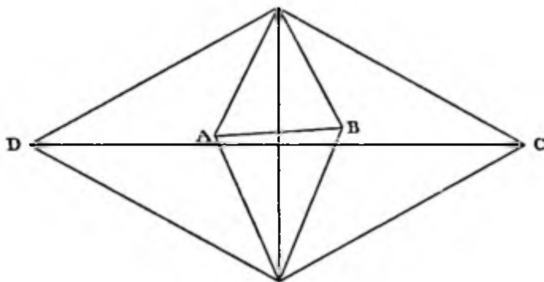
f. afpassing van het constructieblad van een aangrenzende, reeds verrichte triangulatie, of van de kaart.

De keuze der te volgen methode wordt voornamelijk beheerscht door de terreingesteldheid en door de vereischte nauwkeurigheid.

Begin en eindpunt eener triangulatie moeten in breedte en lengte worden vastgelegd: hetzij door astronomische waarnemingen, hetzij door overneming van reeds bepaalde punten. Aangezien het eindresultaat van de terrestrische metingen, van de triangulatie dus, wel nooit geheel zal overeenstemmen met het onafhankelijk bepaalde astronomische eindpunt, zal het geheele driehoeksnet zoodanig moeten worden gedraaid, uitgerekt of ingekrompen, dat het ten slotte past tusschen begin- en eindpunt, met behoud van onderling gemeten richtingen. Hieruit blijkt, dat de basis der triangulatie, waarmede men begonnen is, slechts voorloopig is en niet de nauwkeurigheid van het eindresultaat beheerscht. Men zou dus geneigd zijn om te zeggen: aangezien de basis slechts voorloopig is, behoeft de bepaling ervan niet al te nauwkeurig te zijn. Toch zij men hiermede voorzichtig: ten eerste is het de aangenaamste werkwijze, als men gedurende den voortgang der triangulatie de realiteit van afstanden en richting zoo goed mogelijk benaderd heeft; ten tweede zal somtijds, b.v. op terreinen waar groote locale attractie heerscht, een zoo zuiver mogelijke bepaling van schaal en richting der triangulatie een „check" blijken te zijn op de astronomische metingen, in plaats van ongekeerd. Dit onderwerp: triangulatie versus astronomische plaatsbepaling wordt op blz. 48 nader behandeld.

Meetlint, meetketting of meetlatten. De basismeting met behulp van meetlint geeft de nauwkeurigste resultaten, indien het terrein er zich toe leent. Men heeft noodig een harde en vlakke terreinstrook van 500 tot 3000 m lengte, welke lengte afhankelijk is van de uitgebreidheid van het op te nemen terrein (voor een kleine baai of eiland kan met een basis van 500 m ruimschoots worden volstaan) en van de mogelijkheid om door goed gevormde driehoeken of vierhoeken dezen direct gemeten afstand geleidelijk te vergrooten tot ongeveer de lengte der te bezigen driehoekszijden der hoofdtriangulatie. Deze gemeten basis behoeft niet een rechte lijn te zijn, een gebroken lijn met zuiver gemeten hoeken zal een even nauwkeurig resultaat opleveren, in de praktijk is men daartoe bijna altijd gedwongen. Overigens is er geen reden de basis te meten aan het begin van het op te nemen terrein. Men meet de basis dáár waar het terrein het gunstigste is en trianguleert naar links en rechts voort tot het einde van het op te nemen stuk.

Bijgaande figuur, waarin AB de direct gemeten basis is, òf de projectie van de gemeten gebroken basis op een rechte lijn, en CD de vergroote basis, verduidelijkt de boven gegeven beschrijving.



Het uitgekozen terrein wordt zoo goed mogelijk schoongemaakt en geëffend, de richting van de basis, of van de rechte stukken van de gebroken basis worden met piketpaaltjes aangegeven, de eind- en hoekpunten van de basis worden door zuiver loodrecht gestelde bakentjes aangegeven, zóódanig dat men de theodoliet daar overheen kan zetten, en dat de bakentjes later uit andere punten zuiver kunnen worden gemeten. Het meten met het meetlint (ketting, lat) geschiedt door twee of meer man, die acht geven het lint zuiver in de juiste richting te leggen of te spannen, niet te veel trekkracht op het lint uit te oefenen en het eindpunt telkens nauwkeurig met een pen te merken.

De basis wordt minstens drie keer gemeten om vergissingen buiten te sluiten en voldoende nauwkeurigheid te verkrijgen. Zoo mogelijk vermijde



men den zonneschijn om temperatuursinvloeden redelijk te houden. Helling in de basis heeft tamelijk veel invloed. Mocht deze voorkomen, dan meet men ze met de theodoliet. Als voorbeeld diene dat een helling van 3° in een gemeten basis van 8000 m een fout van 6,85 m medebrengt.

Het moderne meetlint is vervaardigd van Zweedsch roestvrij horlogeveer bandstaal, is 20 meter lang en in dm verdeeld, de eerste en de laatste decimeter is verdeeld in millimeters. Bij het meetlint wordt een formule met een correctietafel voor verschillende temperaturen verstrekt. Het is van Duitsch fabrikaat, firma Max Hildebrand — Freiberg i. Sachsen, kost ongeveer f 55,— en wordt o.a. geleverd door de firma Kipp en Zonen te Delft.

De oudere stalen meetbanden, ook van zeer goede kwaliteit, zijn van 50 en van 30 m lengte, zelfde verdeeling als boven, leverancier de fa. Boosman te Amsterdam.

Het meetlint wordt bij voorkeur niet op den grond gelegd, doch geschraagd met latten of stutten. Zie teekening onderaan blz. 10 en op blz. 22.

Meet men met meetketting of meetlatten — deze laatste worden op schragen gelegd — dan moet vóór en na de meting met de verdeelde koperen liniaal van de teekenkamer de lengte worden geverifiëerd. Bij deze werkzaamheden moet ook weder de felle zonneschijn zooveel mogelijk worden vermeden; basismeting bij bedekte lucht verdient verre de voorkeur.

Als voorbeelden mogen de volgende basismetingen dienen:

De „Blommendal" mat in 1893 op de W.kust van Roepat (Straat Malaka) een basis van 5577 m viermaal in negen dagen met een grootste verschil van 0,72 m, langs een in het bosch gekapt pad. Verdere gegevens ter beoordeeling der nauwkeurigheid zijn niet bekend, doch de indruk wordt gewekt, dat de maximumfout kleiner was dan één à twee tienduizendste, welke maatstaf als norm voor de w.f. voor de meetlinten mag worden aangenomen. Voor temperatuursinvloeden werd niet gecorrigeerd. Het terrein was in dit geval niet gunstig met het oog op het vele kapwerk.

De „Van Doorn" mat in 1908 op een weg te Maumere (Flores) een éénmaal gebroken basis van 1464,7 m (waarschijnlijke fout 0,02 m) met een middenhoek van 174° 15′. Deze basis werd door twee vierhoeken vergroot tot 6361,4 m met een w.f. van 0,50 m. De vergrooting liet wat nauwkeurigheid betreft te wenschen over, doch de vergroote basis was ruimschoots nauwkeurig (zie Methode kleinste kwadraten blz. 88). De werkzaamheden waren in drie dagen afgeloopen.

Dezelfde bodem mat in 1919 op het met laagwater droogliggende strand te Boeli (Halmahera) in vier dagen een tienmaal gebroken basis van 4736 m. De meting werd gelijktijdig door twee ploegen verricht, welke elk aan een zijde begonnen, éénmaal de basis maten en afzonderlijke meetlinten, alsmede theodolieten voor de brekingshoeken gebruikten. Voor vergrooting bestond geen gelegenheid. De beide uitkomsten liepen 1,30 m uit elkander.

Door de „Orion" werd voor de opneming van Noord Sumatra, van Meulaboh tot de Langsarbaai, beoosten Olehleh in 1923 langs den weg in drie dagen een 14 maal gebroken basis van 1292,6 m gemeten. Deze werd door twee vierhoeken, welke met behulp van het eiland Boeroe en een hoog punt landwaarts in gevormd konden worden, vergroot tot 4292,7 m. De verschillende stukken werden 7 tot 9 maal gemeten. De w.f. in de basis bedroeg 0,01 m, in de vergroote basis 0,87 m, of 0,2 $^0/_{00}$. Later werd overwogen dat de uitzettingen van liniaal en meetlint, onder den invloed van de temperatuur, aanleiding gegeven kunnen hebben tot een constante fout van ongeveer 0,4 m. De basis is gemeten met een stalen meetlint van 30 m, dat gecontroleerd is met gebruikmaking van een messingen liniaal van 1,2 m. De verdeeling dezer laatste is zuiver bij een temperatuur van 15° C.; aangenomen wordt dat de verdeeling van het meetlint ook volgens deze temperatuur geschied is. De uitzettingscoefficient van messing bedraagt 0,0000188; die van staal 0,0000124. Heeft het vergelijk plaats gehad bij een temperatuur van 25° C., dan was de metalen liniaal daarbij 0,226 mm te lang; het meetlint per liniaallengte 0,149 mm. Als gevolg hiervan zal het geheele meetlint 1,9 mm te kort *geschenen* hebben. Stel dat de basismeting bij 35° C. heeft plaats gehad, dan zal het lint tijdens de meting 7,44 mm te lang geweest zijn en de totale fout in de gebruikte lengte van het meetlint 1,9 + 7,44 of 9,34 mm hebben bedragen. Op een basis van 1292,6 m leidt dit tot een constante fout van 401,6 mm, zoodat — volgens de gemaakte onderstelling — de basis niet 1292,6 doch 1293,0 m lang is.

In 1932 mat de „Orion" te Soengei Mariam, Koetei delta, langs een rechte lijn over den weg, met een stalen meetlint driemaal een basis, met de uitkomsten 1024,403, 1024,408 en 1024,424 m na toepassing van de temperatuurscorrecties.

Den eersten dag, toen op het meetlint teveel trekkracht werd uitgeoefend, had dit in de basislengte een fout van 216 en 324 mm veroorzaakt.

Basis door tuighoogte. Wanneer de opneming niet zeer uitgestrekt is, zoodat de fout in de basismeting weinig gelegenheid heeft sterk aan te groeien, de schaalfout van weinig beteekenis wordt geacht, bijv. omdat de opneming toch moet ingepast worden in een reeds bestaande, of eindelijk wanneer het terrein geen gelegenheid biedt een basis met het meetlint te bepalen, kan men zijn toevlucht nemen tot de methode om de meting met behulp van de tuighoogte uit te voeren. Zooals blijken zal, kan op deze wijze niet dezelfde nauwkeurigheid als bij een met meetlint gemeten basis bereikt worden, doch in bovengenoemde gevallen kan dit aanvaard worden of moet zulks bij gebrek aan beter wel plaats hebben.

Een basismeting met behulp der tuighoogte geschiedt bij voorkeur door het schip — hetzij vertuid, hetzij met de ketting op en neer gedraaid of gemeerd — zoodanig te leggen, dat het met twee bakentjes aan den wal een gunstigen driehoek vormt. Men zorge daarbij dat het schip rechtop ligt en dat de af-

standen van het schip tot de bakens ongeveer 50 maal de tuighoogte niet overschrijden. Vervolgens meet men op sein eenige malen de drie hoeken van den driehoek en de beide tuighoogten uit de bakentjes, of als men slechts drie waarnemers ter beschikking heeft de tuighoogten onmiddellijk vóór en na de hoeken. Men meet de tuighoogte zoo mogelijk aan weerszijden van de nul der sextantverdeeling en niet ten opzichte van de waterlijn, doch van een duidelijk kenbare afscheiding op den romp. De hoeken worden gemeten op en vanaf den voorsteven. De tuighoogte bepaalt men — indien niet met groote zekerheid bekend — nogmaals vóór de werkzaamheden, hetgeen tot aan het dek geschieden kan door directe meting met een staaldraad, waarvan de lengte, onder zooveel mogelijk dezelfde spanning, vervolgens wordt gemeten met het meetlint. Uit de metingen wordt voor elk stel de afstand tusschen de bakentjes voor elke tuighoogte-meting bepaald en bij voldoende overeenstemming de uitkomsten gemiddeld.

Voorbeelden. De „Banda" nam te Paré Paré op de aangegeven wijze twee stellen waarnemingen. De tuighoogte was 40 m. De uitkomsten voor het eerste stel waren voor den afstand tusschen de bakentjes 881,0 en 885,1 m, voor het tweede 886,1 en 881,5. Gemiddeld 883,4 m. Voor de w.f. volgt hieruit 0,94 $^0/_{00}$. Echter is deze uitkomst vermoedelijk gunstiger dan de werkelijkheid, omdat bij deze methode groote kans op een vrij belangrijke constante fout bestaat. Het is namelijk moeilijk de hoogte van het tuig werkelijk nauwkeurig te bepalen, omdat zij niet in één richting kan gemeten worden. Voorts spelen ook hierbij temperatuursinvloeden een rol en, als bij de waarnemingen de hoeken gemeten worden tot de waterlijn, ook de veranderlijke diepgang van het schip.

Door de „van Gogh" werd in 1923 op de Laurot eilanden een basis met behulp van de tuighoogte gemeten, waarbij de uiterste nauwkeurigheid betracht werd, met het doel te onderzoeken wat met deze methode te bereiken valt. Daartoe was de tuighoogte te Soerabaja bepaald door een basis met meetlint uit te zetten en metingen met twee theodolieten in de uiteinden te verrichten. Vóór de basismeting was het schip door ballast recht gelegd en uit het topteeken een bezwaarde loodlijn neergelaten, waarop en waaruit de horizontale hoeken werden gemeten. Deze, zoomede de tuighoogtehoeken werden zestien maal gemeten, waarbij aan den wal vier waarnemers elk met een instrument werden opgesteld, welke telkens na vier waarnemingen werden omgewisseld. Daardoor zijn de constante fouten zooveel mogelijk uitgeschakeld. Als uitkomst werd een basis van 1033,8 m verkregen met een w.f. van 0,43 $^0/_{00}$.

Basis door tachymeter. Basismeting door middel van de theodoliet of boussole geschiedt als volgt. Men stelt de richting van de basis door piketpaaltjes vast, plaatst in een der uiteinden een in cm verdeeld baken (meetlat) en in de basisrichting de theodoliet op zoodanigen afstand, dat in den kijker de verdeelingen van de lat nog goed tot in onderdeelen van cm zijn te schatten.

Op ongeveer gelijken afstand aan de andere zijde van de theodoliet plaatst men een tweede verdeeld baken.

Men leest zoo nauwkeurig mogelijk het aantal verdeelingen af, dat begrepen is tusschen de beide horizontale draden in het veld van den kijker volgens beide bakens. De inrichting van het instrument is zoodanig, dat de afstand gelijk moet zijn aan 100 maal het aantal cm dat zichtbaar is tusschen de draden, vermeerderd met een kleine correctie, die in de doos van het instrument staat. Op dezen vermenigvuldigingsfactor mag echter niet worden dichtgevaren.

Vervolgens verplaatst men het baken in het uiteinde der basis en de theodoliet in de basisrichting en gaat op gelijke wijze verder tot het andere uiteinde der basis is bereikt. Heeft men twee theodolieten, dan kan men bij elken stand der bakens ook met de tweede theodoliet de waarnemingen doen.

Alvorens de metingen te beginnen, controleert men den coëfficiënt van vergrooting van den tachymeter door nauwkeurige meting van een direct gemeten afstand, hetgeen op de ververschingsplaats kan geschieden en waarbij men zoo mogelijk de hulp van den topografischen dienst zal inroepen. Men let daarbij op of de draden in den kijker van het instrument goed gespannen zijn.

Voorbeeld. De „van Gogh" bepaalde op Enggano in 1919 over het onder water staande kustrif, dus onder zeer ongunstige omstandigheden, een basis van 1815 m door twaalfmalige meting met twee theodolieten en slaggaarden. Van te voren waren de coëfficiënten te Benkoelen bepaald op 98,3 en 105,5. De gemiddelden der series volgens de beide theodolieten liepen 0,6 m uit elkaar; de uitersten in elke serie 2 m. Volgens deze uitkomst oordeelende, zou de meting geschied zijn met een nauwkeurigheid, welke die van een direct gemeten basis nabij komt, waarbij echter niet over het hoofd gezien mag worden, dat de meting 12 maal heeft plaatsgehad, dat bij de meting met een meetlint de uitersten geen 2 m uit elkaar zouden geloopen zijn en dat de invloed van de constante fout in de bepaling van den vermenigvuldigingsfactor vermoedelijk grooter zal zijn, dan die van de constante fout in de directe meting van het meetlint. De verkregen nauwkeurigheid was dus te gunstig.

De firma Wild (Zwitserland, Heerbrugg) verstrekt bij haar nieuwe universaal theodoliet II een „invar-basislat", welke op driepoot horizontaal opgesteld wordt en twee meter lang is. De zeer nauwkeurige aflezing van deze theodoliet en de zuiverheid van de basislengte maken het mogelijk, metende op afstanden van ± 150 m, de nauwkeurigheid van het meetlint op gunstig terrein nabij te komen; de arbeid is eenvoudiger, sneller en is ook in oneffen terrein mogelijk.

Basis met afstandmeter. Zooals bekend, is de afstandmeter een instrument, dat steeds gecontroleerd moet worden en behandeld door geoefende afstandwaarnemers. Men is steeds aan ontregeling blootgesteld. Het instrument

kan echter in moeilijk terrein soms de eenige uitredding zijn, en kan, voornamelijk voor het in kaart brengen van kustlijn of baai, soms van groote waarde zijn. Men kan met den navigatie-afstandmeter van Barr & Stroud, basislengte 80 cm, vergrooting 14, in het gemiddelde van vijf waarnem ingen fouten verwachten van:

afstand	500 m	1000 m	1500 m	2000 m
fout	3 m	13 m	29 m	51 m

Geoefende afstandwaarnemers zullen wellicht nog betere resultaten bereiken. Voor dit onderwerp wordt verwezen naar de volgende voorschriften der Koninklijke Marine:

1°. Reglement afstandwaarnemers 1935;

2°. Korte handleiding ten gebruike van afstandwaarnemers 1927.

In ieder geval is afstandbepaling door tuighoogtemeting nauwkeuriger dan met den kleinen afstandmeter.

Omtrent den invert-afstandmeter Goerz, basislengte 70 cm, werden in 1923 bij een uitgebreid onderzoek de gemiddelde volgende fouten, gemeten uit de hand of met draagstatief, geconstateerd:

afstand	500 m	900 m	1500 m
fout	5 m	13 m	62 m

De fouten liepen bij laatstgenoemd instrument zéér ver uiteen, het meten uit de hand en bij donker weer gaf zulke slechte resultaten, dat het instrument ongeschikt wordt geacht voor hydrografischen arbeid.

De Suriname grensexpeditie 1936—1938 was uitgerust met twee stereoscopische afstandmeters, basislengte 50 cm, vergrooting 7,8. De te verwachten fouten worden door den leverancier opgegeven te bedragen:

afstand	100 m	300 m	1000 m	1500 m
fout	1 m	9 m	37 m	83 m

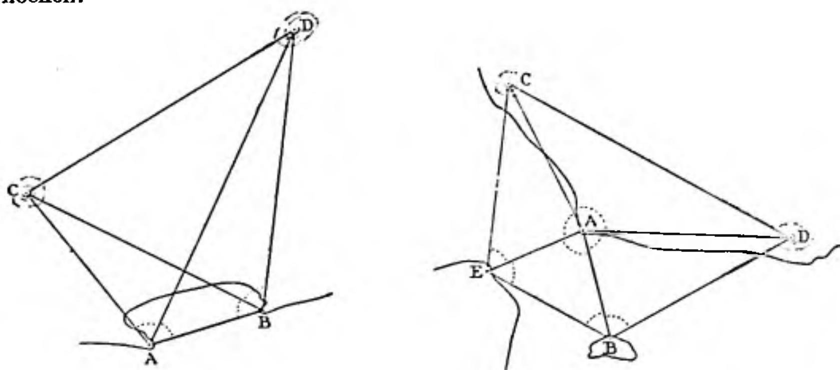
Het gebruik van dergelijke instrumenten door ongeoefende waarnemers moet ten sterkste ontraden worden.

Basis door afpassing uit kaart of constructieblad is uit den aard der zaak veel onnauwkeuriger dan een der vorige methoden, omdat de gebruikte kaart of het teekenblad altijd op betrekkelijk kleine schaal zullen zijn vervaardigd.

De foutjes, welke onvermijdelijk door graveeren en drukken een zeekaart aankleven, en door teekenen en papierrek het constructieblad, èn de fout welke met passer en liniaal bij het afpassen wordt gemaakt, kunnen op 1 mm worden gerekend. Werkende met een blad op 1 : 50.000 zou dit dus een fout van 50 m geven. Voor plaatselijk herzieningswerk, dat later toch ingepast wordt in de bestaande kaart, is deze methode echter vaak

voldoende nauwkeurig en bespaart veel tijd. Indien men de gedrukte kaart bezigt, doet men het beste, begin- en eindpunt van de basis in lengte en breedte af te zetten en daaruit afstand, c.q. richting te *berekenen*. Men doet echter beter, het azimuth van een aldus verkregen basis door een astronomische peiling vast te stellen (zie over dit onderwerp blz. 119 § „papier"). Zijn begin- en eindpunt van de basis onbereikbaar, dan handelt men als volgt:

Stel bijv. dat men van de bestaande kaart, berustende op een vorige opneming, den afstand CD tusschen twee ontoegankelijke spitse bergtoppen heeft ontleend en daaruit de basis AB voor de herzieningsopneming wil afleiden. Daartoe meet men uit A en B de in de linksche figuur aangegeven hoeken.



Met een aangenomen afstand AB berekent men in △ ABD : AD
in △ ABC : AC
en vervolgens in △ ACD : CD

De basis AB is alsdan: aangenomen afstand $\frac{\text{CD volgens afpassing}}{\text{CD volgens berekening}}$.

Als tweede voorbeeld moge gelden het navolgende geval (rechtsche fig.):

C en D zijn wederom de beide toppen; A, B en E drie bakens waarin de aangegeven hoeken gemeten zijn.

Bereken met een aangenomen afstand CE in △ CEA : AC en AE;
over de driehoeken AEB en ABD : AD.

Vervolgens in △ ADC met de afstanden AC, AD en den hoek A : CD.

De verhouding tusschen den afgenomen afstand CD en den berekenden, doet wederom uit de aangenomen grootte van de basis de gezochte grootte vinden.

Basis uit astronomische plaatsbepalingen. In sommige gevallen werd in den Archipel de basis bepaald uit de bekende plaatsen van twee of meer tamelijk dicht bij elkander liggende astronomisch bepaalde punten. Het eenvoudigste geval daarbij was, dat twee punten uit elkander gezien kunnen worden en een onderlinge richting hebben, welke slechts weinig van den meridiaan afwijkt. Men bepaalde alsdan hun onderlingen afstand uit het bekende breedteverschil en de astronomisch bepaalde richting.

De waarschijnlijke fout in een breedtebepaling op 0″,5 aannemende, bedraagt die in het breedteverschil 21 m. Wijkt de onderlinge richting af van den meridiaan, dan stijgt de w.f. in reden van de secans van het azimuth. Bij een azimuth van 33° is dus een ongeveer 1,2 maal grootere fout te verwachten; bij een azimuth van 60° het dubbele bedrag. Het is derhalve niet geraden verder te gaan dan een azimuth van ongeveer 40°.

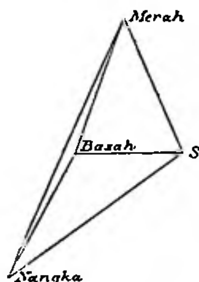
De methode staat ver achter bij die van de directe basismeting met meetlint. Hierbij kon zooals boven is gebleken, zonder veel tijdverlies een nauwkeurigheid behaald worden, welke wordt weergegeven door een w.f. van 0,15 ‰. Om gelijke nauwkeurigheid te verkrijgen, zouden in het boven ondersteld geval de astronomische punten $21 \times \frac{1000}{0,15} = 140$ km uit elkaar moeten liggen, hetgeen belangrijk de mogelijkheid van zichtbaarheid overschrijdt. Bovendien is de nauwkeurigheid eener astronomische plaatsbepaling niet zoo zeer afhankelijk van de nauwkeurigheid van de observatie zelve, doch vaak veel meer van een eventueel bestaande, doch nooit met zekerheid aantoonbare locale attractie, zoodat de waarde van de gevolgde werkwijze niet kan worden geschat. (Zie over locale attractie blz. 47). Dit onderwerp buiten beschouwing latende, worden thans uit de praktijk twee voorbeelden gegeven:

Ter Westkust Borneo werd door de „Van Doorn" een basis van ongeveer 38 000 m bepaald uit breedtebepalingen met het universaalinstrument op de eilanden Kaboean en Temadjoe en een met hetzelfde instrument geobserveerd azimuth van ongeveer 12°.

Een nauwkeuriger resultaat wordt verkregen, als de basis uit meer dan twee astronomisch bepaalde plaatsen is afgeleid:

Ter Oostkust Borneo bepaalde de „Banda" in 1898 een basis van 44 106 m uit de drie astronomisch bepaalde punten: Nangka Besar, Perasah Basah en Tg. Merah. De azimuths bedroegen ongeveer 29° en 20°; de breedteverschillen ongeveer 15′ en 17′. De lengten der punten Basah en Merah werden door middel van de geobserveerde azimuths en de astronomische breedten in overeenstemming gebracht met de lengte van Nangka Besar, dat als uitgangspunt van de opneming was gekozen. Door een astronomische peiling gepaard met gelijktijdige hoekmeting van uit het schip, dat op een zoo gunstig mogelijke plaats beE het middelste punt geankerd was, werden voldoende gegevens verkregen om den afstand van het schip tot Nangka Besar zoowel

uit den driehoek Basah—Nangka—S, als uit den driehoek Nangka—Merah—S te berekenen. Verkregen werd 44 137 en 44 096 m. Deze afstanden werden volgens toegekende gewichten gemiddeld en met het gemiddelde de afstanden van Basah en Merah tot Nangka, zoomede de afstand Basah—Merah overberekend.



Ondanks dat gebruik gemaakt is van drie astronomisch bepaalde punten, wordt de kans op groote nauwkeurigheid in het omschreven geval niet bijzonder groot geschat, wegens het gebruik van het geankerd schip en van sextantmetingen, benevens wegens den minder gunstigen vorm der gebezigde driehoeken.

Overigens kan een dergelijke methode moeilijk meer een basisbepaling worden genoemd, doch beter: de vaststelling van begin- en eindpunt van het opgenomen terrein, want men zal op een, op deze wijze verkregen afstand niet verder doorwerken.

Spandraadinrichting (taut wire measuring gear). Om de ligging van een eiland buiten zicht van land te bepalen, of om een grooten afstand langs een gestrekte kust op te meten, is bij den Britschen Hydrografischen Dienst een „taut wire gear'' geconstrueerd. Deze inrichting voert een trommel met ongeveer 250 km pianodraad. Het begin van de draad wordt verankerd en de draad wordt daarna uitgestoomd, zóóver tot een plaatsbepaling op den wal verkregen wordt, de lengte welke „uit'' is, wordt van een telinrichting op één der schijven of cylinders afgelezen. De draad wordt daarna gekapt en is verloren. Zie bijgaande figuur welke, mèt een gedetailleerde gebruiksaanwijzing, te vinden is in: Admiralty Manual of Navigation Vol. II, 1928, blz. 317 e.v.

Voorbeeld. Het eiland Perak in straat Malaka, op ± 5° 39′ Nb en 99° 52′ El werd in 1936 op de volgende wijze vastgelegd:

1°. nauwkeurig stersbestek ten anker nabij het eiland;

2°. een afstand van ± 100 km met de taut wire gear uitgestoomd in ongeveer oostelijke richting tot een goede plaatsbepaling op de kust van Malaka werd verkregen;

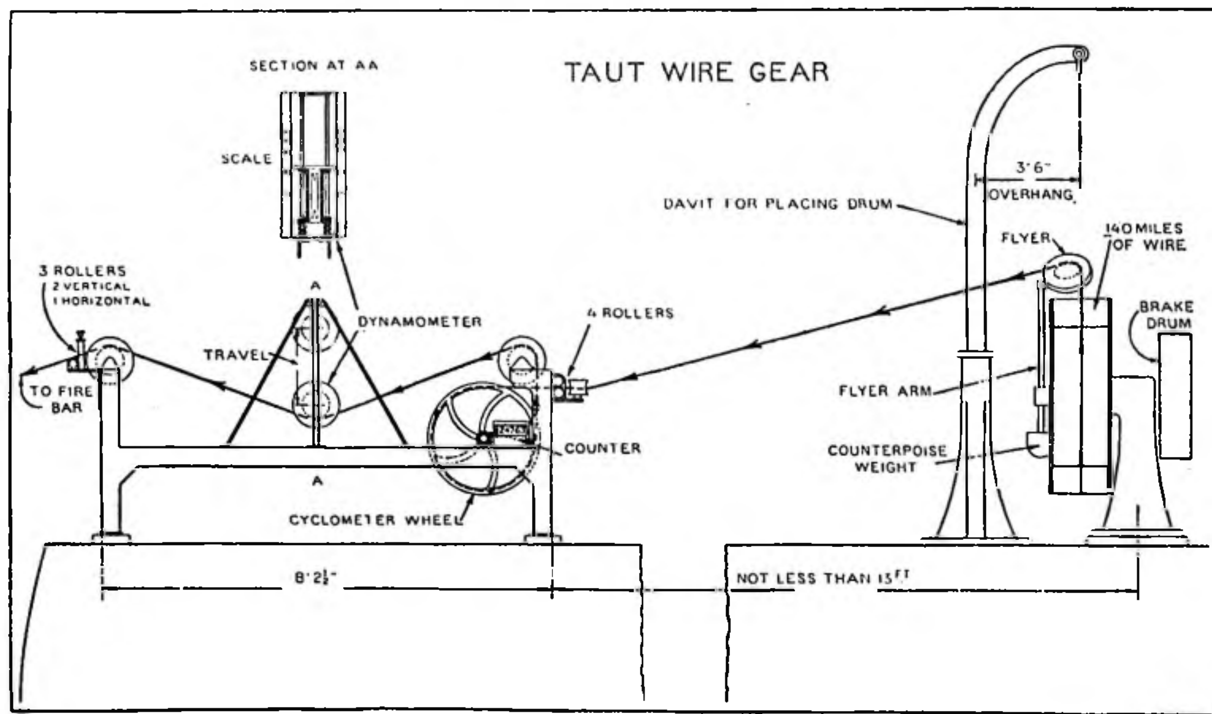
3°. een astronomische peiling uit een triangulatiepunt van den Malakawal in ongeveer Noord-Zuidrichting.

Deze drie waarnemingen overgebracht naar den top van het eiland, gaven

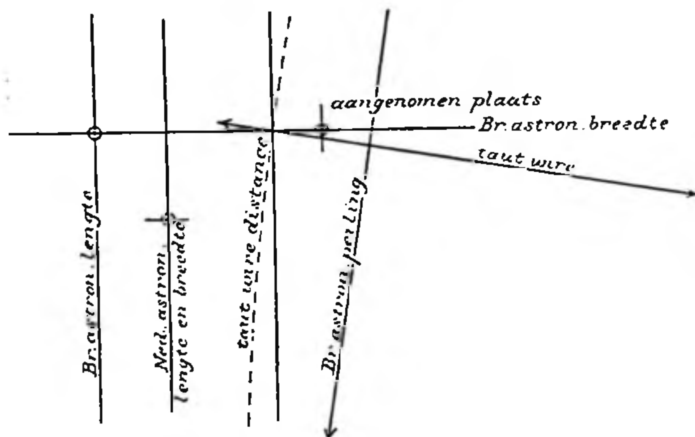
sub 1: 5° 41′ 34″ N en 98° 55′ 34″ E;

Sub 2 en 3 zijn beide hoofdzakelijk lengtebepaling. De snijding dezer lijnen met de breedteparallel van sub 1 geven als lengte:

sub 2 : 98° 56′ 09″ E;
sub 3 : 98° 56′ 26″ E.


TAUT WIRE GEAR
SECTION AT AA
SCALE
DAVIT FOR PLACING DRUM
3'6"
OVERHANG
FLYER
140 MILES OF WIRE
3 ROLLERS
2 VERTICAL
1 HORIZONTAL
A
DYNAMOMETER
4 ROLLERS
BRAKE DRUM
TRAVEL
TO FIRE BAR
FLYER ARM
COUNTER
COUNTERPOISE WEIGHT
A
CYCLOMETER WHEEL
8'2½"
NOT LESS THAN 13 FT

De Britsche hydrograaf gaf blijkbaar aan sub 2 en sub 3 dezelfde waardeering van nauwkeurigheid, want hij stelde als einduitkomst vast: 98° 56′ 18″ E. waaruit men ruwweg kan afleiden, dat met een uitgestoomde draad van 100 km een fout van 270 m werd gemaakt, wat als een goed resultaat mag worden aangemerkt.



De „Orion" had in 1927 door astronomisch bestek gevonden: 5° 40′ 56″ N en 98° 55′ 47″ E.

Aangezien de twee lengtebepalingen (astron. peiling en taut wire distance) van 1936 nauwkeuriger werden geoordeeld dan de astronomische bestekken, werd voor de Ned. kaart in 1937 de plaats van den Britschen Hydrografischen Dienst als definitief aangenomen.

De taut wire measuring gear wordt ook in Amerika veel gebruikt bij open zee opnemingswerk. De prijs dezer machine is ± 1800 gulden.

Contrôlebasis. Indien na een nauwkeurig doorgevoerde triangulatie een astronomische plaatsbepaling groote afwijking in het eindpunt toont, is het gerechtvaardigd te veronderstellen dat de astronomische waarnemingen door locale attractie zijn beïnvloed. Men doet dan het beste de triangulatie nogmaals te contrôleeren door het meten van een tweede basis. Wanneer de opnemer kan vaststellen, dat de triangulatie nauwkeurig werd uitgevoerd en dat de basismeting aan hooge eischen voldeed, zal hij bij contrôle meestal bemerken, dat de terrestrische plaatsbepaling het won van de astronomische.

Een voorbeeld hiervan geeft de opneming der Geelvinkbaai. Deze werd begonnen met een basis gemeten te Manokwari en een aldaar bepaald astronomisch punt met gebruikmaking van het draadloos tijdsein te Malabar.

De basis van de triangulatie van Meosnoem en Japen werd uit de triangulatie der Westkust van de Geelvinkbaai afgeleid. Een tweede basis werd te Roon gemeten en daarop werd de triangulatie der S. en E.kust van de Geelvinkbaai uitgevoerd. Deze laatste triangulatie werd op het eiland Naoe nabij de Valsche Hoek op die van Japen aangesloten.

Nabij de Oostpunt van Japen werd een astronomische plaats bepaald, wederom met gebruikmaking van het draadloos tijdsein te Malabar. De uitkomst was dat de observatieplaats 9″,6 Zuidelijker en 30″,8 Westelijker bleek te liggen dan gevonden was uit de triangulatie. Om aansluiting te verkrijgen werd de schaal van de minuutbladen gewijzigd van 1 : 100 000 tot 1 : 99 557 gepaard met een draaiing van het net over 7¾′.

Ter contrôle werd op den vasten wal van Nieuw Guinee, tegenover het eiland Koeroedoe, een basis gemeten. Een daaruit onmiddellijk afgeleide afstand bleek 13 974 m te bedragen i.p.v. 14 056 m volgens triangulatie, hetgeen een fout van ± 0,6 % beteekent. Volgens deze uitkomst zou de schaal der werkbladen 1 : 99 413 hebben moeten zijn, hetgeen zeer goed overeenstemt met de boven gevonden waarde.

De triangulatie werd om de Oost tot de ongeveer 55 zm verder gelegen Mamberamo rivier voortgezet met de oorspronkelijke basis. Bij latere hervatting der opneming werd ook nog een basis te Sarmi gemeten, welke plaats ongeveer 55 zm beE. de Mamberamo monding is gelegen. Met deze basis werd om de West gewerkt en de afstand tusschen twee bakens, welke reeds bekend was uit de voortgezette triangulatie van Japen, eveneens bepaald. De uitkomst bedroeg 3358,0 m volgens de Sarmi-basis en 3385,9 m volgens de oorspronkelijke basis te Manokwari gemeten, een verschil dus van 0,8 %, dat de laatste uitkomst te groot is. Dit klopt goed met hetgeen door de basismeting te Koeroedoe is uitgewezen.

Berekening van dezen afstand volgens de Koeroedoe-basis geeft 3366,0 m of 8 m verschil met den afstand volgens de Sarmi-basis. De waarschijnlijke fouten voor deze afstanden, respectievelijk afgeleid uit de Koeroedoe-basis en uit de Sarmi-basis, bedragen 3,4 m en 3,1 m, welke bedragen dus het geconstateerde verschil en daarmede de betrokken triangulaties zeer aannemelijk maken.

Op grond dezer uitkomsten werd de schaal van het minuutblad van Koeroedoe tot de Mamberomo monding gewijzigd volgens de Koeroedoe-basis, terwijl voor de opneming beoosten die monding de Sarmi-basis werd aangehouden.

Azimuth van de basis. Dit wordt bepaald door een astronomische peiling; bij voortschrijding der triangulatie wordt deze nu en dan met een nieuwe astronomische peiling gecontrôleerd, waardoor men zekerheid behoudt van de algemeene richting van het driehoeksnet en dus alleen de *schaal* (de lengte van de basis) later eventueel moet worden gewijzigd.



HOOFDSTUK II

TRIANGULATIE EN PLAATSBEPALING

Veel sneller zal men nu gaen meten 's Werelds dack
O snelle Snellius, Euclides weerdsten macker
. . . .
Ghij snelle Geesten volght en sneller op wilt mercken
Vermits u Snel gaet voor met snelle en lichte vlercken.

Vondel

De leider eener opneming zal na bestudeering der bestaande kaart en na vluchtige verkenning van het terrein, een voorloopig plan der uit te voeren triangulatie opmaken; de eerst uit te voeren maatregel is de keuze van het terrein voor en het meten van een basis, zooals in het vorige hoofdstuk is besproken. Het hoofddriehoeksnet zal uit zoo gunstig en liefst zoo groot mogelijke driehoeken bestaan waarbij als driehoekspunten zooveel mogelijk natuurlijke objecten worden gebezigd, met dien verstande dat deze punten: bergtoppen als anderszins, uiterst scherp gemeten moeten kunnen worden zonder aanleiding tot twijfel over te laten indien uit verschillende richtingen wordt gemeten. Indien noodig worden deze punten door een baken gemerkt. De kenbare punten welke later noodig zullen zijn voor plaatsbepaling bij het loodingwerk, worden uit deze hoofdtriangulatie afgeleid en behooren tot de z.g. secundaire triangulatie.

De hoekpunten der triangulatie worden door berekening verkregen, en daarna volgens breedte en lengte *of* met andere coördinaten op het constructieblad geplaatst.

De keuze der triangulatiepunten en de wijze van trianguleeren is van groot belang voor een vlot en nauwkeurig verloop der opneming. Ieder terrein zal den leider weder voor andere problemen stellen. Een heldere blik, praktische zin en vooruitziende organisatie zullen vaak de kwaliteit van het werk sterk verhoogen en kunnen maanden en jaren arbeids uitsparen.

Een kust met voorliggende eilanden en riffen is bevorderlijk voor een snelle en nauwkeurige triangulatie, een lage begroeide kust met langzaam rondloopende hoeken, een voor sloepen moeilijk genaakbare kust, of een diepe zee waar niet met het schip kan worden geankerd, zijn zeer ongunstige omstandigheden. Met den gunstigen moesson voor landingwerk en sloepenwerk moet goed rekening worden gehouden, zoo ook met de helderheid van de atmosfeer in sommige tijden des jaars.

Van dergelijke omstandigheden zal afhangen of men eerst de hoofdtriangulatie afmaakt òf dat men gelijk met het voortschrijden der triangulatie het loodingwerk uitvoert. In beide gevallen echter tracht men gelijk met de triangulatie zooveel mogelijk terreinvoorwerpen: kenbare boomen, rotsen, heuveltoppen, vlaggestokken e.d. vast te leggen, zoodat als de opgerichte

bakens der triangulatie door weer en wind of door de bevolking zijn verdwenen, de arbeid niet opnieuw behoeft te worden uitgevoerd. Bij het zetten der bakens wordt vooral gelet op ruime zichtbaarheid t.o.v. de volgende bakens, hoog geplaatste bakens genieten de voorkeur evenals bakens vanwaar met de theodoliet kan worden gemeten.

De theodoliet heeft n.l. het voordeel dat de hoeken horizontaal worden gemeten, dat de sterke kijker nauwkeuriger meten mogelijk maakt en dat de grootte van den te meten hoek, bijv. de middenhoek, onbegrensd is. Daarentegen kan de sextant soms uitredding brengen als het te meten punt achter de kim ligt. Dan is de theodoliet uitgeschakeld, maar kan men door met den sextant in den boom te klimmen, vele mijlen verder meten.

In de hoofdtriangulatie mogen geen kleine bepalende hoeken voorkomen, hierop moet bij de keuze der plaatsen van de bakens goed worden gelet (zie echter hierover blz. 35).

De hoekmetingen, welke uit de hoofdbakens en bakens worden verricht, worden steeds gevolgd door een rondmeting, waarin alle kenbare punten, raaklijnen aan eilanden, enz. enz. worden opgenomen.

Niet altijd behoeven de triangulatiepunten uit driehoeksmeting te worden afgeleid. Men kan met evenveel nauwkeurigheid de plaats afleiden uit een goeden snellius, door een astronomische peiling met hoekmeting, of door astronomische peilingen uit twee of meer bekende punten. In het algemeen is elke methode welke uit de vindingrijkheid van den opnemer ontstaat en voldoende nauwkeurig is, geoorloofd.

In Nederland is eertijds de hoofdtriangulatie uitgevoerd onder leiding van de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing"; sinds 1930 wordt de bepaling van de belangrijkste kenbare punten verzorgd door den „Bijhoudingsdienst der Rijksdriehoeksmeting", behoorende tot het Kadaster: deze gegevens in rechthoekige coördinaten voor de stereografische projectie zijn o.a. te vinden op het Bureau Hydrografie in den Haag.

In Indië zal men op terreinen waar de Topografische Dienst reeds heeft getrianguleerd, hiervan met vrucht partijtrekken. Deze punten zijn gemerkt door pilaartjes van vastgesteld model, hunne coördinaten, hetzij in lengte en breedte, hetzij in rechthoekige coördinaten worden gevonden in officiëele uitgaven van dezen Dienst. Het is zeer nuttig, aanraking te zoeken met de leiders van den Topografischen Dienst in Indië, te Batavia zijn opwachting te gaan maken bij het Hoofd van dezen Dienst en zich in te werken in hunne arbeidswijze. De werkplaats kan soms noodig zijn voor de reparatie van instrumenten; de waardeering van primaire, secondaire, tertiaire punten en kustbepaling van dezen Dienst is zeer leerzaam en noodig.

Voor Java is aanvankelijk de projectie van Bonne toegepast, welke thans nog voor het grootste gedeelte van dit eiland in gebruik is. De ligging der destijds bepaalde punten vindt men in breedte en lengte in de officiëele uitgave „Die Triangulation von Java". Bij de herziening der topografische kaarten van dit eiland is de polyeder projectie aangenomen, welke voorts voor den

geheelen Archipel is of zal worden toegepast. De formules voor de omzetting der rechthoekige coördinaten voor deze projectie in lengte en breedte vindt men op blz. 69 tot en met 71 van het werkje „Kaartprojecties beschouwd uit een hydrografisch oogpunt".

Het grootste gedeelte van de hydrografische opneming der Westkust van Sumatra, namelijk van straat Soenda tot Sibolga, heeft plaats gehad op den grondslag van dergelijke punten; de triangulatie van enkele eilandengroepen evenwijdig met die kust liggende, is uitgebouwd op gegevens van den Topografischen Dienst. Ook de opneming van straat Soenda en die van de Noordkust van Java berusten daarop en in 1924 is, uitgaande van Ambon, de triangulatie der Oeliassers en der S.kust van Ceram daarmede opgezet; de thans onder handen zijnde heropneming van Banka en Billiton berust eveneens op de triangulatie van den Topografischen Dienst.

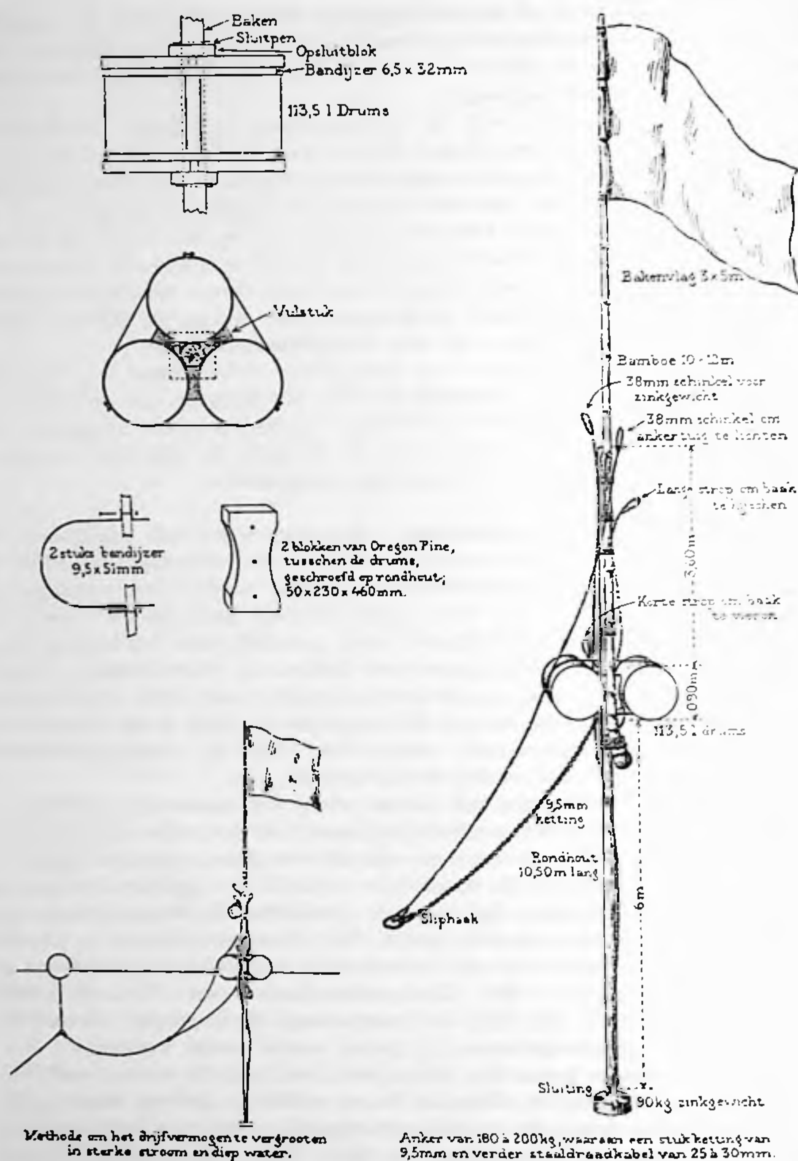
De verschillende methoden van triangulatie zullen thans een voor een nader behandeld worden. Daarbij zal een beschouwing der vereischte of te verkrijgen nauwkeurigheid achterwege worden gelaten, aangezien dit uitvoerig is gedaan in de studie over „De methode der kleinste kwadraten en hare toepassing bij de hydrografische triangulatie".

Triangulatie met vaste driehoeken. Hieronder wordt een triangulatienet verstaan, bestaande uit een aaneenschakeling van driehoeken, waarvan de hoekpunten gevormd worden door vaste punten op den wal, voorliggende eilanden of riffen, al of niet door bakens kenbaar gemaakt en waarbij de bepaling, uitgaande van een bekende basis, geschiedt door driehoeksmeting, d.w.z. door de meting van minstens twee hoeken van elken driehoek. Gelijkzijdigheid is de beste vorm voor de driehoeken. Men laat echter in het terrein den vorm der driehoeken, zooveel als eenigszins mogelijk is bij behoud van een voldoende nauwkeurigheid, beheerschen door de terreingesteldheid, teneinde de snelheid van werken te bevorderen.

De metingen worden met den datum, onder den naam van het baken in het boekje van den betrokken officier geplaatst. Ook de hoogte van het baken boven den grond en boven zee, benevens alle van belang geachte bijzonderheden, worden genoteerd. De opschrijver herhaalt de afgelezen hoeken om vergissingen te voorkomen. Het is steeds gewenscht uit de standplaats van het baken een panoramaschets te maken. Zie § Landverkenningen op blz. 92.

De noodige gegevens voor de samenstelling van bakens zijn bekend op de opnemingsvaartuigen. Het „Zeemanshandboek" van l'Honoré Naber, deel II, tweede druk, blz. 354, de International Hydrographic Review en Wharton Hydrographical Surveying geven voorts goede wenken.

Het is gewenscht boven een baken steeds een vlag te zetten, welke bij wind door de beweging en kleur het baken eerder in het oog doet vallen. Wordt het baken tegen den wal als achtergrond gezien, dan kiest men een wit overtrek; tegen de lucht voldoet een blauw beter. Ook een dubbele kegel met de grondvlakken tegen elkaar, waarvan de bovenhelft wit en de onder-



Methode om het drijfvermogen te vergrooten
in sterke stroom en diep water.

Anker van 180 à 200kg, waaraan een stuk ketting van
9,5mm en verder staaldraadkabel van 25 à 30mm.

helft blauw en blauwe vlag, is als zeebaken — vooral bij zonneschijn — goed zichtbaar. Als vlag neme men voor walbakens bij voorkeur een half rood, half witte. Voor het model van een drijfbaken zie vorige bladzijde.

Voor de wijze van meten, en hermeten, met sextant en theodoliet wordt verwezen naar de beschrijving dezer instrumenten in leerboeken en prospectus van den fabrikant. De aandacht wordt gevestigd op de mogelijkheid van gebruik van een heliostaat, welke in sommige gevallen onschatbare diensten kan bewijzen.

Berekening. De plaatsen der triangulatiepunten worden door berekening bepaald. [1])

Hierbij worden de driehoeken als plat aangenomen en werkt men dus uitsluitend volgens formules der vlakke driehoeksmeting. De fouten welke daarbij door verwaarloozing van den ellipsoïde-vorm der aarde ontstaan, zijn bij de hydrografische triangulatie van geen beteekenis. Als bewijs hiervoor moge dienen, dat voor den gemiddelden aardstraal de boog en de koorde van 30′ op een grootte van 55 555,55 m slechts 0,175 m verschillen; voor 20′ bedraagt het verschil 0,05 m.

In de studie: „Methode der kleinste kwadraten" wordt aangegeven hoe de metingen vereffend worden, d.w.z. hoe de kleine tegenstrijdigheden in verrichte waarnemingen van een zelfde grootheid of tusschen grootheden, welke onderling van elkander afhangen, zooals bijv. die in de drie hoeken van een driehoek, worden opgelost. In het zelfde werkje wordt aangetoond, dat becijfering met vijf decimalen voldoende nauwkeurig is.

Heeft men van een driehoek de drie hoeken gemeten en vereffend, of twee hoeken gemeten en de derde afgeleid en is één der zijden bekend, dan kunnen de beide andere zijden met den sinusregel berekend worden. Zoo noodig moeten met den sextant gemeten hoeken tot den horizon herleid worden Dit geschiedt met behulp der formule:

$$c = \tfrac{1}{4} \sin 1'' \, (\alpha + \beta)^2 \, tg. \tfrac{1}{2} a - \tfrac{1}{4} \sin 1'' \, (\alpha - \beta)^2 \cot. \tfrac{1}{2} a$$

waarin α en β de gemeten hoogten der voorwerpen of bakens in secunden zijn, gecorrigeerd voor de schijnbare kimduiking, dus de hoogten boven of onder den schijnbaren horizon, en a de gemeten hoek is. De correctie c wordt gevonden in secunden. Zie tafel V, Hydrografische Tafels 1938.

Is bij groote hoogte van den waarnemer het voorwerp onder en voor de kim, dan mete men de negatieve hoogte, welke met de kimduiking moet worden vermeerderd; is het voorwerp nog boven de kim, dan hangt het van

[1]) De Britsche opnemer berekent de triangulatie niet, doch construeert, op vrij groote schaal, door middel van de lengte der zijden en der koorden. De Fransche opnemer doet als wij. De Amerikaansche en Duitsche opnemer berekent, en zet af op lengte en breedte met behulp van een randverdeeling (meestal op het middenkruis van het blad), welke op elk constructieblad wordt aangebracht.

de hoogte af of deze van de kimduiking moet worden afgetrokken, dan wel omgekeerd: de kimduiking van de gemeten hoogte, al naar het voorwerp onder of boven den schijnbaren horizon is. Men geeft de voor kimduiking gecorrigeerde hoogten het positieve teeken als deze boven den schijnbaren horizon zijn; het negatieve indien zij er onder zijn en let terdege op deze teekens bij de samenstelling van $\alpha + \beta$ en $\alpha - \beta$. De teekens van deze som en verschil doen echter niets af tot de uitkomst, aangezien zij in de formule in het vierkant voorkomen. De schijnbare kimduiking met vrije en onvrije kim wordt gevonden in tafel XVIII der Zeevaartkundige Tafels van P. Haverkamp 1934. (Tafel XXXII uitgave 1916.)

Is de hoogte van den waarnemer grooter dan deze tafel strekt, dan kan de schijnbare kimduiking bij vrije en onvrije kim in secunden berekend worden uit de formules:

log. schijnbare kimduiking bij vrije kim $= 2{,}02641 + \frac{1}{2} \log h$;

Schijnbare kimduiking bij onvrije kim $= 0{,}0135\, a + 206\,265 \frac{h}{a}$ waarin

h hoogte waarnemer en a afstand van den waarnemer tot de onvrije kim, beide in meters. *Log* 206 265 [1]) = 5,31443.

Heeft men de lengte der driehoekszijden berekend, dan worden de azimuthale richtingen van deze bepaald door toepassing van de gemeten en vereffende hoeken op de door de astronomische peiling verkregen richting. Men moet daarbij rekening houden met het niet evenwijdig zijn der Noordrichting op verschillende punten eener parallel, m.a.w. met de convergentie der meridianen. Hierdoor verschilt in het algemeen de azimuthale richting van een punt A naar B niet precies 180° met die van B naar A, doch 180° vermeerderd of verminderd met het richtingverschil der beide meridianen van die plaatsen.

In nevenstaande figuur is

$$\text{Az.AB} = \text{Az.BA.} - 180^\circ - \angle\, N_2BN'_1.$$

De azimuths zijn hierbij van het Noorden door het Oosten gerekend. $\angle\, N_2BN'_1$ is gelijk aan de convergentie der beide meridianen en gelijk aan tweemaal het hoekje N_2BN'' of $N''BN'_1$, de halve convergentie. Het bedrag der convergentie kan worden berekend met de benaderingsformule:

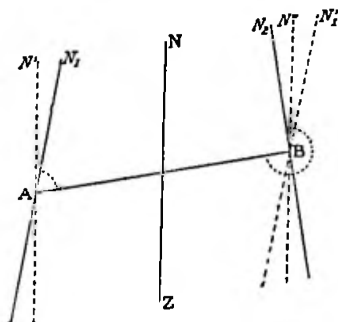
$$\text{Convergentie} = \text{lengteverschil} \times \text{sinus middelbreedte}.$$

Voor de breedten, waar de Nederlandsche opnemingsvaartuigen werken, vindt men de waarden c der convergentie voor één minuut lengte in de Hydrografische Tafels 1938.

---

[1]) Het getal 206 265 is het aantal secunden begrepen in den hoek, waarvan de boog de lengte van den straal heeft. Door een afstand te vermenigvuldigen met dit getal wordt het aantal secunden verkregen, begrepen in een hoek waarvan de boog gelijk is aan den afstand bij een straal gelijk aan de eenheid.

Door toepassing van c, benevens vermeerdering of vermindering met 180°, kunnen de beide azimuths tusschen twee punten uit elkander afgeleid worden. Toepassing van $\frac{1}{2}c$ op elk hunner doet het gemiddelde azimuth vinden. Onder het gemiddelde azimuth wordt verstaan de azimuthale richting van A naar B (en van B naar A) ter plaatse van den middenmeridiaan, of in A en B ten opzichte van evenwijdigen aan dien middenmeridiaan.



Dus gem. Az.AB = ∠ N′ AB = gem. Az.BA — 180° = ∠ N″ BA (door Oost) — 180°. Het teeken waarmede de heele of halve convergentie moet toegepast worden op het ware of het gemiddelde azimuth, wordt het gemakkelijkst gevonden door een schetsteekening, waarbij men de plaatsen ongeveer in de azimuthale richting van elkander plaatst, de beide meridianen convergeerend naar de pool trekt, die gelijknamig is met de breedte, en tevens lijnen evenwijdig aan den middenmeridiaan. De grootcirkel is hol naar den equator toe.

Hoewel dus de driehoeken volgens het plat berekend worden, wordt de bolvorm der aarde bij de triangulatie betrokken door de convergentie der meridianen in aanmerking te nemen. Feitelijk vervangt men dezen bolvorm door een onregelmatigen facetvorm, waarbij de hoek (triangulatie) punten in het bolvlak gelegen zijn.

De figuur op bladz. 30, waarin ABCD het kaartvlak of het projectievlak is, toont nog eens de convergentie. Men ziet, dat deze toeneemt met de breedte en aan den equator nul wordt, hetgeen ook te lezen is in de formule in den term sin.middelbreedte. De figuur toont ook, dat de vervorming nabij de randen der kaart het grootst is. Verder is: ORL = OXL + RLX, of OXL = ORL — RLX, dus:

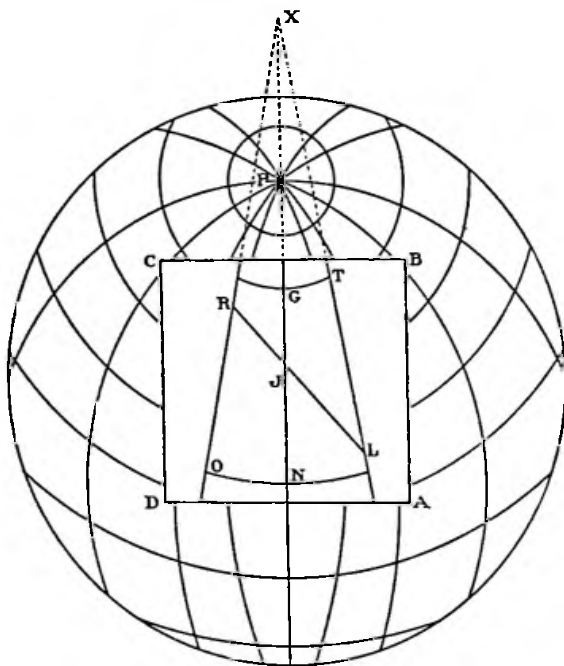
Convergentie = rechtw.peiling L uit R — rechtw.peiling R uit L.

In de leerboeken over zeevaartkunde ontmoet men bij de behandeling van radiopeilingen op grooten afstand nauwkeuriger formules dan hierboven gegeven zijn omtrent de convergentie. Voor de betrekkelijk kleine afstanden welke bij triangulatie in het geding komen, zijn deze uitvoeriger formules overbodig.

De afstand en de azimuthale richtingen van twee punten bekend zijnde, benevens de geografische coördinaten van een dezer, kunnen de coördinaten van het andere punt berekend worden met de formules:

$$\triangle b = \frac{A}{m} \cos T \qquad \triangle l = \frac{A}{p} \sin T$$

waarin $\triangle b$ en $\triangle l$ de veranderde breedte en lengte in sec., A de afstand in meters, T het gemiddelde azimuth, *m* en *p* de lengte in meters van één secunde van den meridiaan en van de parallel. De logarithmen van *m* en *p* zijn te vinden in de Hydrografische Tafels en moeten worden opgezocht voor de middelbreedte, welke daarvoor geschat of benaderd wordt. De waarde van *p*



verandert veel sneller dan die van *m*, is tot 6° 37′ breedte grooter dan die van *m* en op hooger breedte kleiner.

Zijn van twee plaatsen de geografische coördinaten bekend en wil men hunnen afstand benevens hunne azimuthale richtingen berekenen, dan gebruikt men de formules:

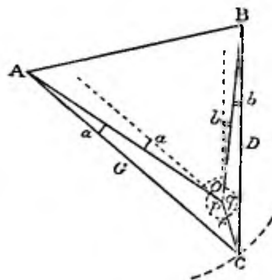
$$tg.\,T = \frac{p \triangle l}{m \triangle b} \qquad A = p \triangle l \, cosec\, T = m \triangle b \, sec.\, T$$

waarna men met behulp van de halve convergentie komt tot de ware azimuths.

De afstand wordt berekend volgens de formule $p \triangle l$ *cosec.* T, wanneer het azimuth dicht bij 90° of 270° valt en dus de invloed van een kleine fout daarin van veel invloed op de waarde van *log. sec.* T is.

Ook deze beide vraagstukken worden dus volgens de vlakke driehoeksmeting opgelost.

Indien de omstandigheden niet veroorloven in de hartlijn van het baken of van het kenbare voorwerp (bijv. lichttoren) te staan, dan wel dat men om een of andere reden, bijv. om gebruik te kunnen maken van de theodoliet, zoogenaamd „buitenbaaks" meet, dient op den buitenbaaks gemeten hoek een correctie te worden toegepast.



Nevensgaande figuur, waarin C de plaats van het baken en O de plaats van de buitenbaaks opgestelde theodoliet is, geeft met één oogopslag aan, dat de op den gemeten $\angle$ O toe te passen correctie $= - \angle a - \angle b$.

Deze hoekjes zijn met de sinusformule te berekenen uit de driehoeken AOC en BOC, waarin de hoeken p en q gemeten en dus bekend zijn, OC gemeten en de afstanden AC en BC met voldoende nauwkeurigheid kunnen worden berekend uit den *voorloopigen* driehoek ABC. Desnoods herhale men deze bewerking.

Ligt O buiten den driehoek ABC, dan zal het teeken van een der hoekjes a en b veranderen en een der hoeken p of q wordt grooter dan 180°. Een schets van de situatie sluit alle vergissingen uit.

Men kan, indien niet al te groote nauwkeurigheid wordt vereischt, de correctie ontzeilen, door het punt O zoodanig te kiezen, dat het op de boog van hoek AB ligt, in deze figuur dus de gebroken lijn gaande door C.

Tijdens de triangulatie worden tevens de hoogten van terreinvoorwerpen, die daarvoor in aanmerking komen, uit bakens en uit nauwkeurig bepaalde ankerplaatsen van het schip gemeten. Uit die metingen worden de hoogten in meters dier terreinvoorwerpen berekend met de formule:

$$H' = H + A \, tg. \, (h + Aq)$$

waarin H' de hoogte van het voorwerp boven zee, H hoogte oog boven zee, A de afstand, h de gemeten hoogte boven den schijnbaren horizon, dus bij meting met den sextant gecorrigeerd voor kimduiking, en $q = \frac{1-2n}{2R \, sin \, 1''}$.

In deze laatste uitdrukking is $n = 0{,}08$ de coëfficiënt der aardsche refractie. en R de aardstraal. *Log* $q = 8{,}13372 - 10$. Aq zijn boogsecunden.

De afstand past men op het constructieblad af, nadat de ligging van het betrokken voorwerp is vastgesteld.

De ankerplaatsen van het schip waaruit rondmetingen gedaan zijn, berghoogten gemeten en verkenningen geteekend, zijn steunpunten van het werk en behooren met veel zorg bepaald en geconstrueerd te worden.

Door uit die ankerplaatsen zooveel mogelijk hoeken tusschen triangulatiepunten en c.q. ook loodingpunten te meten en deze zoo nauwkeurig mogelijk af te zetten, wordt waardevolle contrôle op het werk verkregen. Mede wordt dit bereikt door tijdens den gang der triangulatie herhaaldelijk astronomische peilingen te nemen en door het zoo mogelijk berekenen van afstanden uit meer dan een driehoek.

Geeft een contrôle-azimuth een klein verschil met het door de hoekmetingen afgeleide, dan neemt men de nieuwe richting eenvoudig over en werkt daarmede verder. Is het verschil daarvoor te groot, doch nog niet van dien aard, dat een nader onderzoek naar het ontstaan ervan noodig is, dan verwerkt men het verschil geleidelijk door het over meerdere richtingen terug in de triangulatie te verdeelen. Is het verschil ook daarvoor te groot, dan stelt men een onderzoek in. Blijkt daarbij dat één groote fout, dan wel een vergissing de oorzaak is, dan wordt de triangulatie van hieraf herberekend. Is een dergelijk verschil echter ontstaan door een accumulatie van talrijke kleine fouten, dan behoort de triangulatie over een kleiner of grooter gedeelte te worden overgedaan.

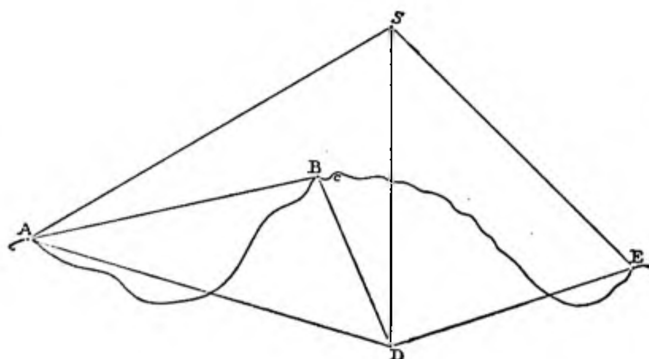
Wordt een afstand uit meer dan één driehoek of op verschillende wijzen berekend, dan zal het van de nauwkeurigheid der afzonderlijke bepalingen afhangen of de uitkomsten al of niet gemiddeld mogen worden. Het kan toch zijn, dat de gevonden afstanden en hun nauwkeurigheid zoo zeer uiteenloopen dat de juistheid niet bevorderd zou worden door alle uitkomsten te middelen. Nader hierover vindt men in de studie: „de methode der kleinste kwadraten en hare toepassing". In het algemeen zij men steeds indachtig, de *waarde* der verkregen gegevens te toetsen, c.q. tegen elkaar af te wegen.

Triangulatie met behulp van het schip. Veroorloven de omstandigheden niet een net van vaste driehoeken op te bouwen, dan kan men gebruik maken van het schip als tijdelijk punt. Zoo mogelijk gaat men daarbij ten anker, doch als de diepte te groot is behelpt men zich met het drijvende schip. Men krijgt met deze methode een keten van vaste triangulatiepunten aan den wal, waartusschen het azimuth wordt overgedragen en waarbij de opvolgende afstanden worden berekend door middel van gelijktijdige metingen uit één of meer bakens en het schip.

De bakens moeten zoodanig geplaatst worden, dat van uit elk hunner het voorgaande gezien wordt en het volgende zal gezien kunnen worden. De eerste helft dezer voorwaarde is meestal gemakkelijker te vervullen dan de tweede, omdat bij de plaatsing van een baak het volgende nog niet staat. Derhalve neemt men het zicht van het voorgaande desnoods zoo krap mogelijk, teneinde wat reserve te hebben voor het vervolg.

De nauwkeurigheid der triangulatie zal bevorderd worden, indien men

het schip achtereenvolgens op zoodanige plaatsen kan leggen, dat het met de walpunten een reeks van gunstige driehoeken vormt. Dit is echter niet te verwezenlijken, wanneer de te bepalen afstand zeer veel grooter of kleiner is dan de onmiddellijk voorafgaande bekende afstand en ook niet wanneer de middenhoek veel grooter is dan 180°. Ongeveer gelijke afstanden met geen of althans niet te veel uitspringende middenhoeken zijn dus het gunstigst; is die gelijkheid niet te verkrijgen, dan trachte men te sterke vergrooting of verkleining van de opvolgende zijden tusschen de bakens te voorkomen. Verkleining is voorts ongewenscht, omdat dit leidt tot vermeerdering van het aantal triangulaties, hetgeen vermeerdering van arbeid beteekent. Behalve



naar gelijkmatigheid van afstanden tusschen de bakens en vermijding van te groote uitspringende middenhoeken, streve men dus naar zoo groot mogelijke afstanden, opdat het aantal triangulaties daardoor beperkt wordt. De verwezenlijking hangt echter in hooge mate af van de terreingesteldheid. Vooral langzaam rondloopende, lage begroeide hoeken, waarbij geen voorspringende rifbakens kunnen geplaatst worden, of van vertuide sloepen met hooge mast en topteeken gebruik gemaakt kan worden, zoomede sterk uitspringende hoeken zijn dikwijls bezwaarlijk rond te komen. [1])

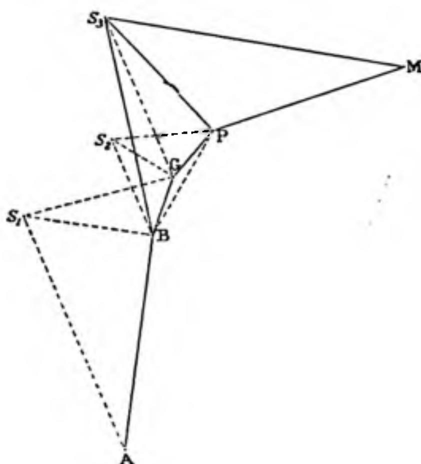
Zoo mogelijk ontgaat men die moeilijkheden door de triangulatie over een of twee geschikte, kenbare hooge terreinvoorwerpen of hooge, meer naar binnen geplaatste bakens te leiden. De navolgende voorbeelden verduidelijken dit.

De afstand AB is bepaald. Het zicht uit B strekt niet verder dan het hoekje *c*. Het punt D stelt een hooge heuvel met kenbaren boom voor, die te zien is uit A en B, zij het uit het laatste baak na eenig kappen. Het schip

[1]) Maakt men van een sloop op de aangegeven manier gebruik, dan is het aan te bevelen de plaats daarvan uit die van een natuurlijk kenbaar punt of loodingbaken aan den wal op eenvoudige wijze af te leiden b.v. door een snijding met tuighoogteafstand van de sloop. Zie foto van een dergelijke sloop tegenover blz. 103.

wordt vastgelegd op AD door meting van de hoeken SAD en ASD en E wordt gelijktijdig bepaald door meting van de hoeken DSE en DES. Op den afstand DE wordt verder getrianguleerd. Ongeveer op deze wijze werd de zeer langzaam rondloopende hoek beE de Aemerebaai ter Zuidkust Flores omgewerkt, waarbij het punt D de 2350 m hooge, zeer spitse vulkaan Iné Rié was. Zooveel mogelijk werd met de theodoliet gemeten.

Zoonoodig kan men het zonder baken B stellen door den afstand AD met drijvend schip op de gebruikelijke wijze uit den voorgaande af te leiden. Is meting van uit D mogelijk, dan trianguleere men vervolgens DE op AD; is meting in D niet mogelijk of te bezwaarlijk, dan kan men in het uiterste geval volstaan door DE te bepalen met behulp van gelijktijdige metingen uit A, E en S, benevens een astronomische peiling uit E. Is men niet zeker van het azimuth AD, dan bepale men ook dit.



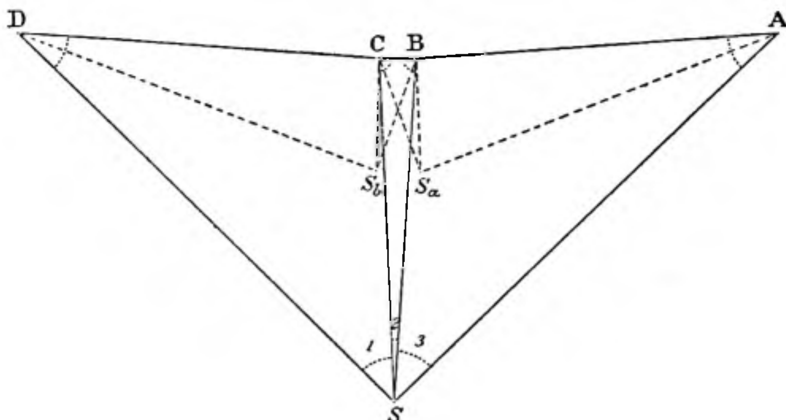
Somtijds is een rondloopende, steile hoek oorzaak dat na een paar bakens, welke dicht bij elkander moeten worden geplaatst, een volgend baak noodzakelijkerwijze op grooten afstand komt te staan. Alsdan volgt, na een sterke verkleining der triangulatie-afstanden, een bovenmatige vergrooting met als vermoedelijk gevolg een totale wijziging in de basisfout. Men heeft somtijds getracht deze te ontgaan door den nieuwen afstand te bepalen, *niet* op den laatst voorgaanden, doch op den te berekenen afstand tusschen twee verder uit elkander liggende bakens.

Nevenstaande figuur moge verduidelijken wat bedoeld wordt.

Na bepaling der afstanden BG en GP met behulp van het schip in S_1 en S_2, moet PM bepaald worden. Men kan dit doen op GP met behulp van het schip in S_3, doch ook op BP. In het laatste geval worden behalve de hoeken in den driehoek S_3PM, in P de hoek GPS_3, in B de hoek S_3BG gemeten. Deze laatste hoeken herleidt men tot S_3BP en BPS_3, door op hen de verschillen toe te passen tusschen de bekende azimuths BG en PG met de te berekenen azimuths BP en PB.

De nauwkeurigheid van deze methode tegenover de meer gebruikelijke is voor een bepaald geval nagegaan op blz. 71 van de studie: „Methode der kleinste kwadraten en hare toepassing". Daarbij bleek zij achter te staan, tengevolge van een groote fout in den hoek S_3BP, eensdeels veroorzaakt door het niet meten, doch afleiden, van hoek S_3BG, anderdeels door

mindere zuiverheid van het berekende azimuth BP. Waren deze gegevens juister geweest, dan had een tegenovergestelde uitkomst verwacht kunnen worden. Past men de methode toe, dan is het dus zaak te zorgen, dat zoowel de afgeleide azimuths BG en PG zuiver zijn, als de bepaling der punten G en P. Voorts verzuime men niet ook den hoek S_3BG te meten.



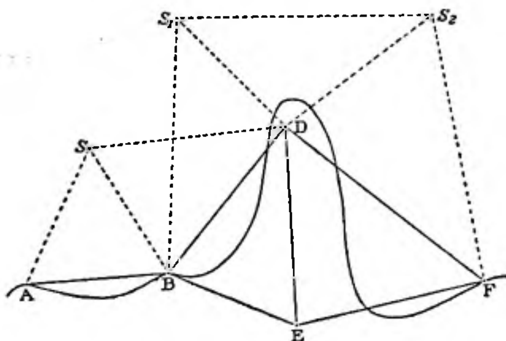
Moet tusschen twee afstanden van normale grootte één kleine afstand worden geschakeld, hetzij doordat de formatie der kust daartoe dwingt, hetzij doordat anders te veel gekapt zou moeten worden, dan is de sterke verkleining der triangulatie-afstanden, gevolgd door een bovenmatige vergrooting, door de navolgende methode te ontgaan. Deze werd het eerst in 1924 toegepast door de „Eridanus" bij de triangulatie der Babareilanden. Stel AB is de bekende afstand, stel voorts dat de terreinformatie het noodzakelijk maakt de bakens B en C dicht bij elkander te plaatsen en dat vervolgens het baken D weder op ongeveer normalen afstand van C gezet kan worden.

Inplaats van op de gewone wijze met behulp van S_a en S_b eerst BC uit AB en vervolgens CD uit BC af te leiden, kan met behulp van het schip in S de afstand CD, over SC en SB, direct uit AB worden berekend. Het schip kan hierbij verder van de bakens gelegd worden, dan bij de afzonderlijke triangulaties het geval kan zijn. Daardoor worden de te gebruiken hoeken — en de intermediaire afstanden, welke overigens uit de betrokken formule geëlimineerd worden — grooter. Onderzoek volgens de methode der kleinste kwadraten heeft uitgewezen, dat bij een verhouding AB : BC : CD = 10 : 1 : 10, deze methode belangrijk nauwkeuriger is en dat eerst bij een verhouding 5 : 2 : 4 de nauwkeurigheid overeenkomt met die der gescheiden triangulaties met behulp van S_a en S_b.

De afstand BC moet echter wel bepaald worden ter overbrenging van de geografische breedte en lengte. Een eventueele fout in afstand BC gaat niet

vergroot over op CD en komt verder slechts als constante fout in de triangulatie tot uiting.

Een bezwaar van deze methode is, dat meer hoekmeters noodig zijn dan bij de gewone triangulatie met het schip. Hierop zal nader worden teruggekomen (blz. 41).

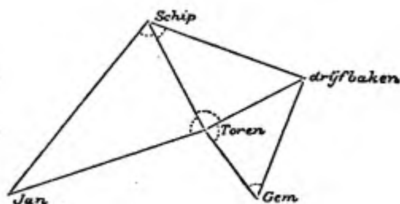


Als voorbeeld van de moeilijkheden, welke een uitspringende hoek kan bieden, moge het volgende voorbeeld dienen.

AB is bepaald. De sterk uitspringende hoek bij D maakt het moeilijk een triangulatie met het schip uit te voeren om F te bepalen, zelfs al kan aan de kust een baken geplaatst worden waaruit B en F gezien worden en dat omgekeerd uit die beide bakens zichtbaar is. D en E zijn wederom kenbare terreinvoorwerpen of bakens, welke hetzij beide, hetzij een van beide, en het andere door den driehoek BDE, met behulp van het schip bepaald kunnen worden. Zijn deze punten uit F te zien, dan kan dit baken op DE met een vasten driehoek worden vastgelegd, bij gunstig verloopende kust wellicht nog meer punten.

In dit geval zou één der punten D en E niet voldoende zijn, omdat traingulatie van F met behulp van het schip op BD of BE bezwaar zou hebben door den ongunstigen vorm der betrokken driehoeken.

Men kan zich echter een triangulatie denken, enkel gebruik makende van het punt D, waarbij gelijktijdig met het schip en een sloep of drijfbaken gewerkt wordt.

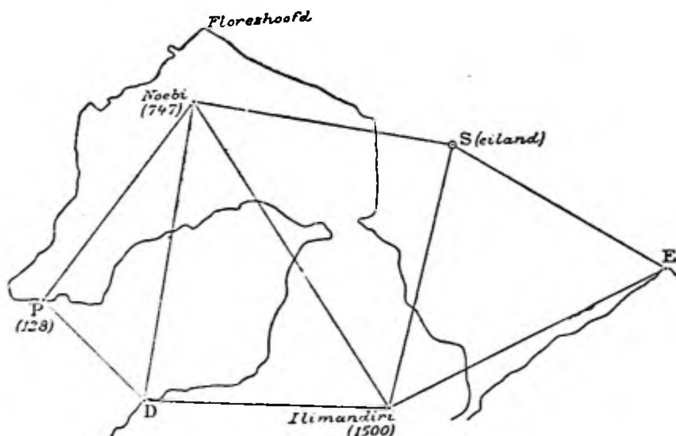


In de figuur zijn de plaatsen van deze aangegeven door S_1 en S_2 en de triangulatiefiguur door BDS_1S_2F. Theoretisch is er geen bezwaar tegen; als praktische bezwaren kunnen genoemd worden: De ongunstige invloed van twee niet vaste punten in het systeem; de geringe afstand waarop een sloep of drijfbaken zichtbaar is, zij het dat men de mast van de eerste verhoogd heeft en van een doelmatig baken voorzien, en vooral het groote aantal benoodigde observateurs, dat minstens vijf moet zijn.

Als een voorbeeld kan de triangulatie rond Diamantpunt door de „Orion"

in 1924 worden aangehaald, zie voorgaande figuur. De middenhoek bedroeg rond 251°. Het drijfbaken was samengesteld uit een bezwaarde bamboe met drie watervaatjes van 72 l als drijver, verankerd in 55 m water en met 9 m ooghoogte 10 à 11 zm. zichtbaar.

In het schip werden de beide hoeken en in den toren de middelste hoek met den sextant gemeten, terwijl de overige gemerkte hoeken met de theodoliet werden waargenomen. Totaal waren dus zes waarnemers bij de triangulatie betrokken. Uit 15 afzonderlijke triangulaties werd de afstand Toren—Gem. bevonden 7963,5 m te zijn met een w.f. van 1 m, waarbij die in den afstand Jan—Toren niet in de beschouwing is betrokken.



Heeft men het geluk, een tweede schip ter beschikking te hebben, om op de plaats van het drijfbaken of van de sloep te leggen, dan wordt het geval belangrijk vereenvoudigd en worden de bovengenoemde bezwaren grootendeels opgeheven. Zulks was het geval in 1936 op de zuidkust van Borneo, toen het opnemingsvaartuig „Eridanus" werd gesteund door de Hydrograaf.

Als een voorbeeld van praktische toepassing van omwerking van een uitspringenden hoek, door gebruik te maken van vaste, landwaarts in gelegen punten, kan ook de triangulatie van Floreshoofd worden aangehaald, welke blijkt uit bovenstaande figuur. Daarbij was op den 747 m hoogen Noebi een baak geplaatst, waaruit gemeten is; de scherpe top van den 1500 m hoogen Ilimandiri was zeer kenbaar. Daaruit is niet gemeten.

Bij deze triangulatie deed zich de moeilijkheid voor, dat de Noebi en de Ilimandiri een voorloopig onbekende hoogte hadden, terwijl in P en Noebi met den sextant gemeten moest worden, waarbij niet de vertikale hoeken bepaald konden worden, waaronder de andere bakens werden gezien. Deze moeilijkheid werd overwonnen door op den bekenden afstand PD met gebruik-

making der nog niet voor helling gecorrigeerde sextanthoeken de triangulatie aanvankelijk te berekenen. Daardoor werden benaderde waarden verkregen voor de afstanden uit S en E tot de beide toppen, welke toelieten met de gemeten vertikale theodoliethoeken uit S en E hunne hoogten in meters te benaderen.

Met deze en de voorloopige afstanden konden vervolgens de hoeken benaderd worden, waaronder de Noebi uit P en de verschillende punten uit de Noebi onder of boven den schijnbaren horizon gezien moesten zijn en daarmede de gegevens noodig om de hellingcorrectie voor de sextanthoeken althans in eerste instantie te berekenen. Met de gecorrigeerde hoeken werd opnieuw de triangulatie berekend, waarbij dus verbeterde waarden werden verkregen en met deze nogmaals voor de derde maal, teneinde te onderzoeken of de uitkomsten der tweede berekening reeds nauwkeurig genoeg waren. Dit bleek het geval te zijn.

Niet altijd echter zijn geschikte terreinvoorwerpen aanwezig, of bestaat gelegenheid tot het plaatsen van doeltreffende bakens meer naar binnen. Alsdan moet de opnemer zich zoo goed mogelijk weten te redden: het is zeer gewenscht, dat hij een open oog heeft voor een eventueele mogelijkheid tot oplossing van moeilijkheden, welke het terrein vormt. Wharton in „Hydrographical Surveying" geeft nog vele voorbeelden van onregelmatige triangulatiegevallen.

Een bodemgesteldheid, welke tot triangulatie met drijvend schip dwingt levert dikwijls weinig gevaren of moeilijkheden voor de scheepvaart op, doordat de zee diep en schoon is. Is dit niet het geval, dan bestaat allicht gelegenheid tot het plaatsen van rifbakens. Moet de opneming van zulk een kust aan beide zijden aangesloten worden op een reeds verrichte, of nog te verrichten, nauwkeuriger opneming, dan bestede men aan de triangulatie van de eerste niet te veel moeite.

Voorbeelden hiervan zijn:

De opneming van het Oostelijk gedeelte der Zuidkust van Flores, welke om de Oost moest aansluiten op de nauwkeurige opneming van straat Flores, terwijl om de West bij Sika reeds verbinding was verkregen met de eveneens aan hooger eischen voldoende triangulatie der Noordkust. Aan deze laatste triangulatie moesten hooger eischen gesteld worden dan aan die der Zuidkust, omdat deze een eenvoudige kustlijn vormt zonder voorliggende gevaren; gene daarentegen tamelijk ingesneden is, terwijl talrijke gevaren in de aangrenzende wateren voorkomen.

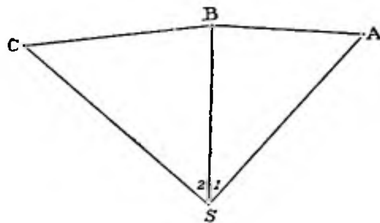
Eveneens de opneming van de Westkust van Siberoet, welke moest aansluiten bij de door de zeestraten voortgezette opneming van de N en E kust en waarbij bergtoppen, bij de laatste opneming bepaald, de uitgangspunten vormden voor een vlugge bewerking der weinig belangrijke W.kust, waar de oceaandeining landen en baakzetten verhinderde.

Om van de nauwkeurigheid, welke bij triangulatie met behulp van drijvend schip te verkrijgen is, een beeld te geven, moge dienen dat bij de triangulatie

rond Sangeang over 24 zeemijl, door middel van 17 plaatsen van het schip op het uitgangspunt teruggekeerd werd met het kleine verschil van 1″ in breedte en 2″ in lengte. Overigens kan de daarbij gevolgde wijze van werken niet aanbevolen worden, daar het aangewezen was — althans een groot gedeelte van het eiland — te trianguleeren door vaste driehoeken, gevormd met punten op den Soembawawal. De uitslag werd blijkbaar door het toeval begunstigd.

Een ander voorbeeld is de triangulatie van Soemba. Daarbij werd na een triangulatie over 300 zm, waarvan 250 met behulp van drijvend schip, bij terugkomst op het uitgangspunt een verschil van 3″ in breedte en 19″ in lengte verkregen.

Na deze algemeene beschouwingen zal overgegaan worden tot een bespreking van de eigenlijke uitvoering der triangulatie met behulp van het schip. Het is wenschelijk bij de plaatsing van de bakens de richting van het voorgaande baken met het sloepskompas te peilen. Weet men die richting (in de figuur BA), dan kan men, bij het uitstoomen voor de triangulatie van baken C, door kompaspeilingen voortdurend den vorm van de beide driehoeken beoordeelen en het schip op grond daarvan naar de meest gunstige plaats voeren. Deze plaats wordt echter niet enkel beheerscht door die vormen, ook de belichting en de afstand der bakens moeten daarbij dikwijls in aanmerking genomen worden. Staat bijv. de zon in de richting C en is CS groot, dan kan aan eventueele geringe zichtbaarheid van het baken C tegemoet gekomen worden door S in de richting van dit baken te verplaatsen. Enkel lettende op den vorm der driehoeken, wordt de meest gunstige plaats voor het schip gevonden door uit te stoomen in de lijn, welke den hoek ABC middendoor deelt, tot de hoek CSA gelijk is aan 180° — ½ ABC. Alsdan is de hoek C = S_1 en A = S_2, zijn de beide driehoeken gelijkvormig en dus AB : BS = BS : BC, zoodat een gelijkmatige nauwkeurigheid wordt bereikt.



Het is bij de triangulatie door middel van het schip nog meer dan bij vaste driehoeken, gewenscht, de hoeken grooter dan 30° te houden. De omstandigheden dwingen er echter soms toe daarvan af te zien. Alsdan tracht men het daaruit voortspruitende nadeel te compenseeren door grootere nauwkeurigheid te betrachten en wel te meer, naarmate met kleiner hoeken volstaan moet worden. Deze grootere nauwkeurigheid kan bereikt worden door bijzondere zorg aan de hoekmeting te wijden. Dit kan plaats hebben door alle bakens te bezetten, voor de kleine hoeken fijnere instrumenten te bezigen, een gunstige gelegenheid af te wachten en het aantal metingen op te voeren. Voorts door nauwlettend eventueele correcties voor buitenbaaksch meten of helling toe te passen.

Ligt het schip ter bestemder plaatse en zijn de waarnemers aan den wal gereed, waarvan zoo noodig door sein wordt kennisgegeven, dan hijscht men aan boord een met een lood bezwaarden bal (of ander sein) half vóór en eenige minuten later geheel vóór. De waarnemers aan boord groepeeren zich zoo dicht mogelijk rondom het afgesproken scheepsmeetpunt, meestal de mast vlak boven de mars. Allen klaar zijnde, wordt gestopt en de bal gestreken. Men herhaalt de meting een dusdanig aantal malen, totdat men met zekerheid mag aannemen, dat behoudens omstandigheden, welke niet te voorzien waren en ondanks een mogelijk uitvallen van eenige stellen, een goede serie waarnemingen beschikbaar zal zijn. Men bedenke daarbij, dat het zeer weinig tijd kost nog enkele stellen meer te nemen, doch een later noodzakelijk blijkende herhaling der triangulatie wèl op een belangrijk tijdverlies te staan komt. Zooveel mogelijk wordt met de waarnemers aan den wal de tijd, dat de metingen ongeveer zullen geschieden, van te voren afgesproken, en worden de tijden van meting door alle stations aangeteekend. De horloges worden vóór het van boord gaan gelijk gezet en bij terugkomst vergeleken.

Het is van belang het schip tijdens de triangulatie zoo nauwkeurig mogelijk op een zelfde plaats te houden. Een eenigszins snelle verplaatsing onder den invloed van wind en stroom, geeft groote kans op constante fouten in de uitkomsten, vooral wanneer aan den wal hoeken met den sextant worden gemeten. Aan te bevelen is derhalve een merk in het oog te houden en zoonoodig met langzaam werkende machine verdrijving tegen te gaan. Het is praktisch, om de drie metingen een iets langere pauze te houden, om beter te doen uitkomen welke metingen uit schip en bakens bij elkander behooren.

Als de omstandigheden het bezetten van de drie betrokken walbakens zeer bezwaarlijk maken, kan aan den wal volstaan worden met metingen uit twee bakens, desnoods enkel uit het middelste baken. Ter voorkoming van vergissingen, meet men alsdan aan boord in elk geval de beide hoeken en de som, of — indien een te kort aan observateurs bestaat — de som onmiddellijk nà

Verricht men op een zelfden dag meer dan één triangulatie en eischen de omstandigheden beperking, dan begint men met de bezetting van het baak in het uiteinde van den bekenden afstand achterwege te laten (in de voorgaande figuur A). Bij de volgende triangulatie moet C immers toch bezet worden.

Aan den wal kan men in het middenbaak met één observateur volstaan indien gelegenheid bestaat om met de theodoliet te meten. Men meet vóór èn na de triangulatie zorgvuldig den middenhoek en richt bij de gelijktijdige metingen den kijker op het schip. Ziet men den bal vallen, dan laat men de haarschroef los en leest af. Om de drie of vier metingen richt men den kijker op een der bakens en contrôleert of de stelling van het instrument niet veranderd is. Zoo noodig stelt men het instrument buitenbaaks op en bepaalt de gegevens noodig voor de correctie. Moet een reflexieinstrument voor de metingen gebruikt worden, dan kan slechts in het uiterste geval met één observateur volstaan worden. Deze meet dan een der hoeken en de andere

wordt gevonden door het verschil van den gemeten hoek met den constanten middenhoek.

In zeer abnormale omstandigheden, bijv. als aanhoudende branding het landen belet, nadat de bakens geplaatst en de middenhoeken gemeten zijn, zou men zich ook zonder observateur in het middenbaak kunnen behelpen, door aan de metingen van boord een astronomische peiling toe te voegen. Het is echter zaak niet incidenteel tot deze methode zijn toevlucht te nemen, als men prijs stelt op het behoud van een gelijkmatige nauwkeurigheid der geheele triangulatie.

Het laatste geval buiten beschouwing latende, blijkt uit het voorgaande, dat men *minstens drie* hoekmeters noodig heeft, namelijk één in het middenbaak en twee aan boord, waarvan er één de som ASC nameet. Wanneer in het middenbaak met de theodoliet gemeten wordt, mag men aannemen daarop contrôle te kunnen ontberen.

Beter contrôle en eenige vereffening bereikt men met *vier* waarnemers, waarbij de som aan boord wordt meegemeten. Volledige contrôle en mogelijkheid tot vereffening vereischt echter *vijf* waarnemers, waarbij de drie walbakens bezet zijn.

Bij de methode Eridanus (blz. 35) moeten minstens *vijf* hoeken gelijktijdig gemeten worden, namelijk de drie in het schip, de hoek BAS en één der hoeken in C, onderstellende dat de middenhoek in B reeds bekend is of later gemeten wordt. Men heeft dan gedeeltelijke contrôle, doordat de som der hoeken SCB, S_3, S_2 en BAS gelijk moet zijn aan 360° — middenhoek B. Een contrôle op driehoek SCD ontbreekt echter en om ook die te verkrijgen, dient nog een waarnemer in D geplaatst te worden. Algeheele contrôle en mogelijkheid tot vereffening wordt eerst bereikt, wanneer eveneens nog een waarnemer in B meet, hetgeen het aantal tot *zeven* doet stijgen. Gezegd kan dus worden dat deze methode in het algemeen twee waarnemers meer vereischt dan de enkelvoudige.

Gewezen wordt op de mogelijkheid van snel verloopen van het azimuth bij triangulatie bij drijvend schip, indien middenhoeken van om en nabij 180° tusschen punten met eenig hoogteverschil met een prismacirkel bepaald worden. Het is alsdan vrijwel ondoenlijk, deze hoeken te meten in het vlak, dat door de drie betrokken punten gaat en daar de berekende hellingcorrectie slechts voor *dit* vlak geldt, worden in dergelijke hoeken nagenoeg steeds vrij belangrijke fouten gemaakt. Indien eenigszins doenlijk, meet men die hoeken daarom met de theodoliet, zij het buitenbaaks met correctie voor de excentriciteit van het meetpunt. Is de theodoliet niet op te stellen, dan is het in dergelijke gevallen aan te raden den middenhoek in twee gedeelten te meten, zoo mogelijk over een vast punt en anders door gelijktijdige metingen door twee waarnemers. In elk geval is het raadzaam bij het meten der middenhoeken, door middel van reflexieinstrumenten, de genoemde bron van abnormale fouten binnen redelijke perken te houden door talrijke azimuthbepalingen.

Als voorbeeld moge gelden, dat bij de triangulatie van Soemba met drijvend schip langs de Westelijke helft de middenhoeken met den prismacirkel gemeten werden, waarbij, gerekend over 33 middenhoeken, het azimuth gemiddeld 25" per middenhoek verliep. Om de drie of vier bakens werd het azimuth nieuw bepaald en de gebleken verschillen over de richtingen tot de vorige bepaling verdeeld. Bij de triangulatie der Oostelijke helft werd de theodoliet gebruikt, hetgeen tengevolge had, dat het overgebrachte azimuth bij contrôle steeds bleek niet noemenswaardig van het geobserveerde te verschillen.

Anderzijds kan het bij lage begroeide kusten voorkomen, dat gebruik van den sextant in boombakens trianguleeren over grooter afstanden mogelijk maakt, dan de lage theodolietopstelling veroorlooft.

Het is een vaste regel, dat kort vóór het meten de indexcorrectie van het instrument wordt bepaald. Dubbel noodzakelijk is dit bij het meten uit een boom, omdat het ophijschen van het instrument tot ontregeling aanleiding geeft, de indexcorrectie wordt dus bepaald *in* den boom.

De stellen metingen worden nagegaan en die, welke om een of andere reden verdacht of onnauwkeurig zijn, uitgeschoten. Vervolgens wordt uit elk van de overige stellen de te bepalen afstand berekend volgens de formule:

$$BC = AB \frac{Sin\ A\ sin\ S_2}{Sin\ C\ sin\ S_1}$$

De verschillende uitkomsten van BC worden vergeleken en die, welke aan een begane fout doen denken uitgeschoten, waartoe men echter niet enkel besluit op grond van een onaangenaam groote afwijking van het gemiddelde. Geven de overblijvende uitkomsten voldoend vertrouwen in de nauwkeurigheid der triangulatie, dan wordt het gemiddelde voor den afstand BC aangenomen.

De formule voor berekening van den afstand CD bij de methode Eridanus is (zie figuur op blz. 35):

$$CD = AB \frac{sin\ S_1\ sin\ BAS\ sin\ CBS}{sin\ S_3\ sin\ BCS\ sin\ CDS}$$

Andere methoden van triangulatie. Zijn in het voorgaande de beide voornaamste methoden behandeld, welke bij de triangulatie gebruikt worden, thans zullen er nog eenige besproken worden, welke minder algemeen gebruikt en in den regel slechts toegepast worden in bepaalde gevallen.

Snellius. In de eerste plaats kan genoemd worden de plaatsbepaling door snellius. De berekening geschiedt door de formules van de vlakke driehoeksmeting, zie Hydrografische Tafels 1938, nadat de afstanden en azimuths tusschen de bekende punten zoo noodig eerst berekend zijn. Is de afstand van het onbekende punt tot een der bekende gevonden, dan kan men de plaats van het eerste daarmede en met het af te leiden azimuth berekenen. Zie verder blz. 51.

Hoek met astronomische peiling. Zijn slechts twee reeds bekende bakens te zien en wil men daarop een punt vastleggen, zonder uit die bakens te meten, dan kan men dit doen door uit dat punt den hoek tusschen die bakens te meten en tevens een astronomische peiling te nemen. De richtingen in den driehoek bekend zijnde en daarmede de hoeken, kunnen de onbekende afstanden berekend worden.

Op deze wijze werd bijv. het Angelicarif benoorden Flores vastgelegd op de ongeveer 51 en 23 zm daarvan verwijderde toppen van de Ilimandiri en het eilandje Roesa Linguette.

Deze methode kan in een triangulatie somtijds met voordeel gebruikt worden om meer dan één baken vast te leggen op een zelfde paar hooge, gunstig gelegen triangulatiepunten. Daarvoor is vooral gunstig, als men dwars op de algemeene strekking der kust twee hooge bakens of scherpe kenbare voorwerpen met grooten onderlingen afstand bepaald heeft. Een voorbeeld daarvan geeft de triangulatie van Zuid Ceram waar de afstand van 23 zm tusschen een kenbaren boom op den 1346 m hoogen berg Toplana en het 250 m hooge baak Gems op Noesa Laoet met voordeel beE de Elpapoetih-baai gebruikt werd.

De astronomische peiling is bij een triangulatie in vele gevallen van veel nut, hetzij gebruikt in verband met een hoek, hetzij met andere dergelijke peilingen of met astronomische plaatsbepalingen. Het laatste geval zal later behandeld worden; als een voorbeeld voor het tweede moge de origineele oplossing gelden der plaatsbepaling van het rif Taka Bakong op bakens, staande op de eilanden Maresendeh en Dewakang in straat Makassar, zie krt. 128. Het rifbaken werd bepaald door de snijding van twee astronomische peilingen, elk verkregen door met het schip te drijven door de lijn: rif-bekend eiland, welke niet uit elkander te zien waren. Echter waren het baken op het rif en op het eiland beide zichtbaar van top van het drijvende schip. Met den cirkel werd geobserveerd wanneer de hoek tusschen beide bakens 180° was en alsdan op „stop" een astronomische peiling genomen. Deze waarnemingen werden een voldoend aantal malen herhaald. Uitgaande van de bekende plaatsen der eilanden werd vervolgens de plaats van het rif berekend.

Snijding. Toppen van bergen of van verweg gelegen eilanden worden op snijding gelegd. Wil men die toppen in de triangulatie opnemen, dan moeten de plaatsen berekend worden. Men doet dit door de astronomische richtingen dier snijlijnen uit de metingen af te leiden, de afstanden en azimuths tusschen de bekende punten, waaruit de snijdingen genomen zijn, te berekenen en vervolgens in de driehoeken: bekende punten-top, de noodige afstanden te becijferen. Aangezien de afgeleide en berekende azimuths door meer of minder groote fouten kunnen zijn aangedaan, is het aanbevelenswaardig, indien bijzondere nauwkeurigheid verlangd wordt, de azimuths niet af te leiden, doch door astronomische peilingen te vinden.

Bij het eiland Komba, beN. de Solor eilanden, waarvan de top op snijding was vastgelegd, deed zich het geval voor, dat die top nergens van of nabij de kustlijn van het eiland te zien was. Aangezien het eiland niet groot is en de zeebodem steil afliep, werd de kustlijn door rondpolen bepaald en op de hoekpunten richting en afstand gemeten tot de op de 200 m lijn liggende stoomsloep, welke inmiddels den loodingslag uit den wal gemaakt had. Hier en daar in den veelhoek werd een klein bakentje geplaatst; op die bakentjes werd later door snellius een aantal plaatsen van het schip bepaald, van waaruit de top wel te zien was en deze daaruit op snijding gelegd. Op die wijze werd het verband gelegd tusschen de kustlijn en de triangulatie. Met den kleinen afstandmeter (welke toentertijd nog niet werd verstrekt) zou de stoomsloep op nog eenvoudiger wijze eigen plaats kunnen hebben bepalen.

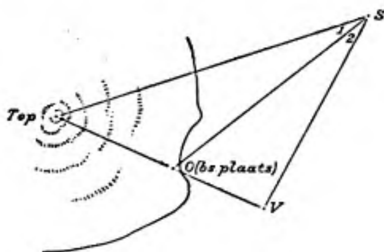
Het op snijding leggen van een scherpen bergtop kan somtijds dienen om twee opnemingen aan elkander te verbinden; van meerdere toppen om tevens de basis van de eene opneming op de andere over te brengen. Als voorbeeld daarvoor kan genoemd worden: de bepaling van de basis groot 22 161 m der opneming van Nias door het op snijding leggen van twee bergtoppen uit bakens, behoorende tot de triangulatie der Westkust van Sumatra. In dergelijke gevallen berekent men de ligging dier toppen in elk geval uit astronomische peilingen.

Azimuth en afstand. Somtijds kan de triangulatie van een niet te groot eiland verricht worden door uit een centraal punt, waarvan de ligging bekend is en dat een bepaalde, voldoend groote hoogte heeft, een astronomische peiling op de aan of nabij de kust staande bakens te nemen, gepaard met meting der zenithafstanden (of de hoeken onder den horizon) waaronder die bakens te zien zijn. Op den grondslag van de hoogte van het centrale punt als basis, kunnen met hoeken, gelijk aan de zenithafstanden verminderd met 90°, de horizontale afstanden tot de bakens berekend worden en met de bekende afstanden en richtingen tot het centrale punt, hunne plaatsen. Wordt van een der bakens niet het voetpunt gemeten, of ligt dit boven het vlak, ten opzichte waarvan de hoogte van het centrale punt geldt, dan gebruikt men als basis het hoogteverschil van dit punt en het aangemeten punt.

Op deze wijze werden in 1923 ongeveer 22 bakens, staande op de kustlijn van het eiland Kissar, bepaald door meting uit het baken midden op het eiland, dat was vastgelegd aan en waarvan de hoogte van 240 m bepaald was uit de triangulaties van Timor en Wettar.

Astronomische breedtebepaling met astronomische peiling. Somtijds wordt een punt bepaald door een astronomische breedtebepaling te verbinden met een astronomische peiling uit een reeds bekend punt. Het onbekende punt mag daarbij echter niet te dichtbij gelegen zijn, daar met een fout in de observatie van ongeveer 2″ rekening moet worden gehouden.

Bovendien is de locale attractie, waarvan de aanwezigheid in een dergelijk geval nooit bewezen kan worden een factor van groote onzekerheid. (Zie hierover blz. 47.) De methode is echter, bij gebrek aan beter, geschikt om locale opnemingen met elkander te verbinden, door op deze wijze op grooten afstand zichtbare bergtoppen te bepalen. De breedtebepaling behoeft daarbij niet op den top zelf te geschieden. Met een kleine hulptriangulatie kan de geobserveerde breedte tot den top herleid worden, waarbij het schip en een sloep dikwijls goede diensten kunnen bewijzen.



Bijv. als volgt. Leg de vlet ten anker in de lijn: Top-observatieplaats. Meet gelijktijdig de hoeken in S en V, benevens den hoek SOV, de tuighoogte in O en V en met de boussole de richting OV, of met het standaardkompas de richting ST. Middel den afstand VS volgens tuighoogte met die, verkregen uit den driehoek OVS volgens tuighoogte uit O. Bereken op dit gemiddelde OV en TV, waarbij de hoeken S_1 en V gecorrigeerd worden voor de helling. Men vindt aldus TO = TV — OV en kan met dien afstand en de richting OT de breedte van T uit die van O afleiden.

Een uitgebreide toepassing heeft de methode gevonden bij de triangulatie der Natoena eilanden nabij den NW.hoek van Borneo in de Zuid Chineesche zee (zie de beide figuren op blz. 46).

De eerste basis voor die triangulatie werd verkregen door breedtewaarnemingen op de eilanden St. Petrus en Zuid Hooiberg, gepaard aan een astronomische peiling. Hoekmeting op Meroendoeng en een astronomische peiling uit dit eiland op de astronomisch bepaalde plaats nabij Tg. Api, deed de lengten der uitgangspunten verkrijgen. Met deze basis werd de triangulatie over de Zuid Natoenagroep uitgevoerd. Op de Noordpunt dezer groep werd bij het baak Soebi ter contrôle de breedte geobserveerd en tevens een astronomische peiling genomen op den top Ranai III van Groot Natoena, een zeer kenbaren, kleinen steenklomp.

Voorts werden astronomische breedtebepalingen verricht op de eilanden Boeloe en Pandjang van de Groot Natoenagroep en astronomische peilingen genomen uit Pandjang, Poegna, Sedua, Kokop en Boeroeng op den Ranai III. Deze peilingen vormden den grondslag voor een eenvoudig net van groote driehoeken over de Groot Natoenagroep, dat voorloopig met een aangenomen afstand: Boeloe-Kokop, werd berekend. Na berekening werden alle waarden dezer triangulatie vermenigvuldigd met den factor:

$$\frac{\text{breedteverschil volgens observatie tusschen Boeloe en Pandjang.}}{\text{breedteverschil volgens voorloopige berekening.}}$$

aanwijzing geven van de richting, waarin wellicht een afwijking kan worden verwacht, doch mogelijk ongelijkmatige en onbekende verdeeling der gewichten *in* de aardkorst verhindert den opnemer ten éénen male, zijn waarnemingen hiervoor te verbeteren. Den geologen en geodeten gelukt het soms, door in rekening brengen der gewichten der geschatte omliggende massa's een bevredigende correctie op de astronomische waarnemingen te vinden. Een interessant voorbeeld hiervan vindt men in het rapport van den U. S. Coast and Geodetic Survey omtrent de triangulatie van de Philippijnen, dat aldus aanvangt: „one of the most troublesome of the technical problems encountered has been that of proper connection between the astronomical and geodetic results".

Mag men, de kwestie van locale attractie ter zijde gelaten, met de tegenwoordige hulpmiddelen: radiotijdsein en modern universaal instrument, een astronomische waarneming zoowel wat lengte als breedte aangaat ongeveer op 2" nauwkeurig achten, en neemt men (zie blz. 12) de nauwkeurigheid van een basismeting op 1,5 : 10 000ste aan, en verder dat de triangulatie dermate gunstig verloopt, dat de laatstgenoemde nauwkeurigheid gehandhaafd blijft, dan zou men eerst na over een afstand van ongeveer 200 zm te hebben voortgetrianguleerd kunnen beginnen te denken over verbetering door middel van astronomische plaatsbepaling.

Dit getal mag echter volstrekt niet als maatstaf worden aangenomen en wordt hier slechts gegeven om de gedachten te leiden [1]). Eenerzijds toch is basismeting en triangulatie hier op zijn gunstigst voorgesteld, anderzijds bestaat de kans, dat astronomische plaatsbepaling door locale attractie is aangedaan. Locale attractie van 10" in onrustig terrein is geen zeldzaamheid, een enkele keer is 45" geconstateerd, de mogelijkheid van locale attractie is dus een ernstig motief om basismeting en triangulatie steeds zoo nauwkeurig mogelijk uit te voeren. Ook blijkt uit de boven gevolgde redeneering, dat de leider van een opneming slechts zelden de gelegenheid zal hebben de voorloopig aangenomen schaal van zijn werk te herzien aan de hand van astronomisch bepaalde punten, noch door astronomische peilingen op punten welke buiten zijn terrein liggen. Omtrent

het definitieve net, dat ten slotte over de minuutbladen zal worden getrokken moet beslist worden op het Bureau Hydrografie waar alle gegevens, ook van omliggende opnemingen, berusten en de motieven van vroegere beslissingen bekend zijn. Onder deze gegevens behoort wel een grondige beoordeeling van den leider der opneming omtrent eigen werk: de nauwkeurigheid der basismeting, de omstandigheden waaronder de triangulatie werd uitgevoerd, de eigenschappen van het terrein waar een astronomische plaats-

[1]) Wil men eenigszins een getal weten omtrent de nauwkeurigheid van een hydrografische triangulatie zooals deze in de praktijk veelal verloopt, met een niet-ideale basismeting, triangulatie met ten anker liggend, somtijds drijvend schip, hoekmeting veelal uit een boomtop, enz. dan zou men kunnen zeggen 0.1 %, dus: over een driehoeksnet lang ± 1000 km is een sluitfout van ± 30" geen te slecht resultaat.

bepaling werd genomen. Slechts aan de hand dezer rapporten kan aan ieder gegeven een waardecijfer worden gegeven, en kunnen tegenstrijdigheden tegen elkaar worden afgewogen. De opnemer behoort ook een gemotiveerd advies te geven omtrent eventueele wijziging van het net, maar hij onthoude zich van een uitvoering op de minuutbladen, de beslissing kan slechts in den Haag worden genomen.

Men begrijpt uit het bovenstaande dat, toen alle gegevens omtrent de Molukken en omgeving ten slotte binnengekomen en samengevat waren, tallooze afwijkingen en tegenstrijdigheden naar voren kwamen. De ongebroken keten van astronomische peilingen gaf echter dadelijk reeds een groote vastheid, doch het vereischt veel overleg, scherp inzicht, aandacht voor alle details en verstandige waardeering van alle gegevens om over zulk een terrein tot een ten slotte bevredigend resultaat te komen. Een overzicht van dezen arbeid is te vinden in den jaargang 1929 van het Marineblad, de studie zelve vindt men in het archief van het Hydrografisch Bureau.

Plaatsbepaling. Het bovenstaande betrof voornamelijk de hoofdtriangulatie, welke later het vaste geraamte van de te maken kaart zal vormen. Voor de plaatsbepaling bij het loodingwerk zijn nog meer bakens of kenbare punten noodig, welke vaak met minder nauwkeurigheid behoeven te worden vastgelegd. Men kan dan volstaan met op snijding leggen dezer bakens of door constructie van een snellius, gemeten uit dit baken. Bakens hebben het euvel, dat zij snel stuk waaien en vaak gestolen worden. Indien eenigszins mogelijk zal men dus ook gedurende de triangulatie natuurlijke punten, welke ver zichtbaar zijn, op snijding vastleggen om later als loodingpunten te kunnen dienen. Deze snijdingen worden genomen zoowel uit de triangulatiebakens, als uit de ankerplaatsen van het schip.

Over het algemeen geschiedt de plaatsbepaling van de loodende sloep of het loodende schip door middel van snelliusmeting, het is echter aanbevelenswaardig om naast deze snellius nog een plaatsaanduiding te hebben. b.v. vermelding dat men in het gestoomde merk is, of een gemeten tuighoogte, of een derde hoek. Deze extra plaatsbepaling is vóóral gewenscht voor punten, vanwaar rondmetingen en kustbepalingen worden genomen. Voor dergelijke metingen gaat men dan voor dreg.

Werkt de sloep dicht onder den wal, dan zijn vaak één of meer meetpunten uit zicht, het ten anker liggende schip kan dan vaak in dit gemis voorzien, en daarom zal de sloepscommandant vóór het van boord gaan steeds zorgen, de plaats van het schip (de voorsteven) op het sloepsblad te plaatsen. Ook moet men, als de waarschijnlijkheid van het uit zicht raken van bakens zich voordoet, tijdig zorgen voor het op snijding leggen van kenbare punten en hoeken, waarmede men zich in de sloep dan tijdelijk kan redden. Het meten der tuighoogte is eveneens een hulpmethode voor plaatsbepaling, zoo ook kan de sloep zich op afgesproken sein van uit het schip laten meten of peilen. De uitkijk aan boord waarschuwt hiervan. Zie foto tegenover blz. 103.

Is de bank of het continentale plat dat opgenomen moet worden, zoo breed dat de wal uit zicht verdwijnt vóór men den rand bereikt heeft, dan zal men zich meestal zeer voldoende kunnen behelpen, door de loodingslagen te leggen recht uit den wal naar zee; het eerste deel van den slag ligt dan op snellius, het verste gedeelte op koers en verheid, waarbij dit gegiste bestek gesteund en verbeterd kan worden door de plaatsbepalingen van het eerste gedeelte van den slag, door exterpolatie dus.

In zulk een geval moet men echter zorgen, de zelfde koers en vaart op het buitengedeelte te houden als op het binnengedeelte van den slag. Bij het weer naar binnen stoomen volge men de zelfde gedragslijn, tot weder plaatsbepaling op den wal in goede regelmaat plaatsvindt [1]). Worden de slagen zéér lang, dan moet plaatsbepaling van het loodende schip volgens astronomisch bestek plaats vinden. De details hiervan vallen buiten het kader van dit boek; men zij in het algemeen indachtig, dat men bij dergelijke plaatsbepalingen — vooral wanneer het geldt het vastleggen van een rif, een bank of een dieptelijn — belangrijk nauwkeuriger met het bestek moet zijn dan de gemiddelde zeevaarder. Ook bedenke men dat door het thans vrij algemeen ingevoerde echolood bij de scheepvaart, een nieuwe plaatsbepaling door middel van dit instrument ingang heeft gevonden, zoodat de dieptelijnen in grootere diepte — in de eerste plaats dan de 200 m lijn, maar ook eventueele geulen in diepten van 100 of 50 m — voortaan op de kaart nauwkeuriger moeten worden aangebracht, dan vroeger wel noodig geoordeeld werd. Hieraan zal, indien dergelijke geulen en dieptelijnen kenmerkend zijn, de opnemer meer aandacht moeten schenken dan vroeger geschiedde.

De belooding van de Zuid Chineesche zee beOosten de Natoena eilanden, waar geen getijstroom heerscht en waar de diepten zeer groot en gelijkmatig zijn, geschiedde geheel op astronomische plaatsbepaling en gegist bestek. Men vermeed koersverandering gedurende een slag; meridiaansdoorgangen van de zon en van Venus overdag, regelmatig hoogtelijnen van de zon en stersschemeringsbestekken op de ankerplaatsen leverden de plaatsbepaling, nadat de Natoena eilanden uit het zicht waren verdwenen en vóórdat deze weer voor plaatsbepaling dienst konden doen. Het onderwerp: verbetering van het gegiste bestek uit astronomische waarnemingen is zeer degelijk behandeld in de publicatie N°. 111 van het Kon. Ned. Met. Instituut: „Stroomberekening uit zonsbestekken", verschenen in 1937 en verkrijgbaar bij de Rijksuitgeverij te 's Gravenhage. Men neme hiervan kennis.

Eveneens werd in 1937 het geheele zeegedeelte beN. Suriname, tot de 200 m lijn op gegist èn astronomisch bestek opgelood. Bij het gegist bestek moest de waarde van den stroom wèl degelijk in rekening worden gebracht,

---

[1]) Op de Nederlandsche kust waar het zicht vaak door heiïgheid wordt bedorven, wordt hierin vaak met succes tegemoet gekomen door per radio te verzoeken om ontsteking van één of meer verkenningslichten. Deze lichten boren overdag sterk door de heiïgheid heen.

op de ankerplaatsen, des nachts, werd daarom van stroomwaarnemingen veel werk gemaakt. Deze loodingsarbeid moet overigens gekenschetst worden als zeer ruw werk, dat alléén aanvaard werd, omdat de zeebodem aldaar buitengewoon vlak en regelmatig oploopend is, óók omdat er geen uitzicht bestond om hieraan meer tijd te kunnen besteden, en de bestaande kaart (n°. 217) verouderd en ten eenenmale onvoldoende was.

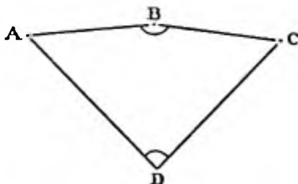
Behandelen wij thans nog enkele details der bovengenoemde methoden van plaatsbepaling.

Snelliusmethode. De constructie van twee of meer cirkels, waarop het schip zich bevindt en welke door hoekmeting worden bepaald, wordt als bekend aangenomen. Voor nauwkeurige plaatsbepaling moet de snijding der bogen gunstig zijn, deze wordt beheerscht door de keuze der gemeten punten. Gedurende het loodingwerk is de leider dan ook steeds waakzaam bij het uitzoeken der beste snellius. Met het oog op den gewenschten eenvoud bij het teekenwerk zoowel als bij het meten, verandert men liever niet van snellius zoolang zulks niet noodig is. Als hulpmiddel om dadelijk uit de kaart een goede keuze van punten te doen, kunnen de volgende regels dienen, welke echter slechts gelden voor een snellius op drie opeenvolgende punten A, B en C.

1°. een snellius op drie in één lijn liggende punten is altijd goed, als men niet te dichtbij is;

2°. idem als het middelste punt naar voren uitspringt; met een achterwaarts gelegen middelste punt zij men op zijn hoede;

3°. een plaats *in* den driehoek ABC is altijd goed, hoewel praktisch soms moeilijk te meten en te construeeren;



4°. men heeft steeds goede snijding, als één hoek zeer weinig en de andere hoek zeer snel verandert;

5°. de snijding der bogen is gelijk aan $\angle D + \angle B - 180°$;

6°. men neemt liefst geen ver uit elkaar gelegen punten, omdat de constructie dan omslachtiger en onnauwkeuriger wordt, en om dezelfde reden geen zeer kleine of zeer groote hoeken. Men vermijde eveneens punten met groot hoogteverschil.

De vraag, welke nauwkeurigheid vereischt wordt voor de hoekmeting ten behoeve van plaatsbepaling bij loodingtochten, wordt theoretisch behandeld op blz. 79 van de studie: „De methode der kleinste kwadraten enz. Praktisch wordt zij beantwoord op het sloepsblad of constructieblad zelf. De aandachtige teekenaar *ziet* bij het trekken der bogen de verkregen nauwkeurigheid van zijn werk en den invloed van een ongunstige of gunstige boog,

hij slijpt daaraan, onwillekeurig, zijn begrip van wat toelaatbaar is, en wat niet. Daarom is ook het teekenwerk zeer leerzaam voor den opnemer.

Indien een snellius bestaat uit twee kleine hoeken, wordt vaak de beste snijding verkregen door één der hoeken, èn de som, dus door boog AB en boog AC. In zulk een geval meet men altijd de hoeken welke geconstrueerd zullen worden, dus *niet* de hoeken AB en BC, maar de hoek AB en AC.

Het is een vaste wet, dat bij het aangeven van een snellius steeds van links af begonnen wordt, dus volgens bovenstaande figuur: 1e hoek AB, 2e hoek BC. Eveneens noemt men bij het aangeven van een *merk* steeds het verste punt het eerst.

Plaatsbepaling op het schip. Geschiedt het beste door meting van den hoek tusschen een ver verwijderd punt en het schip, benevens de tuighoogte. Deze methode is eenvoudig en men kan in de sloep zichzelf helpen. Is er geen walpunt te zien van uit de sloep, dan laat men zich op sein, tegelijk met het meten der tuighoogte, uit het schip meten of peilen. De laatstgenoemde methode heeft het nadeel van beslag leggen op menschen aan boord en van de moeilijkheid om het sloepsblad behoorlijk bij te houden. Dit nl. kan slechts zeer onzuiver en voorloopig geschieden door te peilen uit de sloep. De tijden van meting moeten nauwkeurig geboekt worden, de horloges bij vertrek en terugkomst vergeleken.

Om na te gaan hoever men met tuighoogtemeting mag gaan, om een gewenschte nauwkeurigheid te behouden, beschouwen wij de formule: $x = h \cot \alpha$, waarin x de afstand, h de tuighoogte, α de gemeten hoek. Gedifferentieerd geeft deze formule:

$$dx = \frac{h}{\sin^2\alpha}\, d\alpha$$

$\sin \alpha$ vervangend door $\frac{h}{x}$ en $d\alpha$ door $\frac{\Delta\, \alpha''}{206\,265}$ verkrijgt men:

$$x = 454 \sqrt{\frac{h\, \Delta\, x}{\Delta\, \alpha}}.$$

Neemt men als grens van nauwkeurigheid bij het constructiewerk aan 0,5 mm, dan is voor een constructieblad op schaal 1 : 100 000 $\Delta\, x = 50$ m. Neemt men verder aan, dat men met een loodingsextant de tuighoogte op 30″ nauwkeurig meet, en dat de tuighoogte 30 m is, dan wordt de formule:

$$x = 454 \sqrt{\frac{30 \times 50}{30}} = 3200 \text{ m}.$$

Praktisch gesproken: men mag voor het dagelijksche opnemingswerk met de tuighoogte methode gaan tot ongeveer 100 × de tuighoogte.

Voor het opmeten der tuighoogte, hetgeen geschiedt met een dunnen staaldraad, neemt men op den romp een plaats met scherpe kleurafscheiding,

bijv. het wit geschilderde potdeksel, of de scheiding tusschen den witten scheepsromp en het rood geschilderde watergedeelte, doch niet de waterlijn. Voor de hoekmeting neemt men den voorsteven van het schip, liefst vertuid, daar dit punt bij zwaaien van het schip het minst verplaatst wordt. De ankersnellius wordt dan ook bij den voorsteven gemeten.

De tuighoogtemethode is somtijds, noodgedwongen, zeer ver doorgevoerd. Indien een gevaar ver in zee en buiten zicht van den wal gelegen, moet worden bepaald, kan men als volgt handelen: Men ankert met het schip zóó ver in zee, tot men van top nog juist plaatsbepaling aan den wal heeft. De sloep stoomt daarna zeewaarts in de richting van het gevaar, gaat nabij de grens van tuighoogteafstand voor dreg, meet de tuighoogte zoo nauwkeurig mogelijk en wordt door het schip gepeild. Daarna verstoomt het schip en gaat zeewaarts van de sloep, wederom nabij de grens van tuighoogteafstand ten anker, peilt de sloep, terwijl deze de tuighoogte meet. Men herhaalt deze manoeuvre totdat het doel bereikt is. Is de opnemingsarbeid ter plaatse geëindigd, dan gaat men voor contrôle op dezelfde wijze weder terug.

Op deze wijze werd in 1907 door Hr.Ms. Lombok ter Zuidkust Borneo de Malatajoerbank opgelood. Deze bank steekt ongeveer 40 zm beS. de kust uit en toen men op de bovenomschreven wijze weder in zicht van den wal teruggekeerd was, na 21 maal met het schip verstoomd en geankerd te hebben, werd een sluitfout van 797 m gevonden, welk verschil gelijkmatig over den afgelegden weg werd verdeeld. Indien — wat helaas niet het geval is geweest — men op de Zuidelijkste ankerplaats een uitvoerig astronomisch bestek genomen had, voornamelijk breedtebepaling, zou een belangwekkende vergelijking verkregen zijn betreffende de nauwkeurigheid der beide methoden van plaatsbepaling.

In 1937 is deze Malatajoerbank opnieuw opgenomen, de plaatsbepaling werd geheel gebaseerd op triangulatie met drijfbakens welke in een breede strook van driehoeken tezamen 34 bakens, rondom de bank werden verankerd en waarvan de richting door middel van astronomische peilingen werd gecontroleerd (hetgeen in verband met de overigens gedwongen onnauwkeurigheid van werken een misplaatste nauwkeurigheid kan worden genoemd). De hoeken werden steeds van het schip af, dus een flink stuk buitenbaaks, gemeten en later hiervoor gecorrigeerd. De drijfbakens lagen ongeveer op 7 zm afstand van elkaar. Deze methode met drijfbakens heeft het nadeel, dat zij tijdroovender is dan de tuighoogtemethode en meer onderhevig aan weersomstandigheden, verdrijvende bakens, enz.; zij had boven de tuighoogtemethode het vóórdeel, dat een veel breeder strook werd bebakend en dus met schip èn sloepen tegelijkertijd kon worden gelood, terwijl de grenzen van het op te looden gebied bij de tuighoogtemethode vrij nauw getrokken werden door de tuighoogte (30 m, dus tot ongeveer 3000 m afstand) van het schip en de zichtbaarheid van de tijdelijk verankerde vletten, welke als hulppunt werden uitgelegd. Van uit de sloep konden deze vaartuigen slechts tot 3 à 4 zm afstand worden gezien.

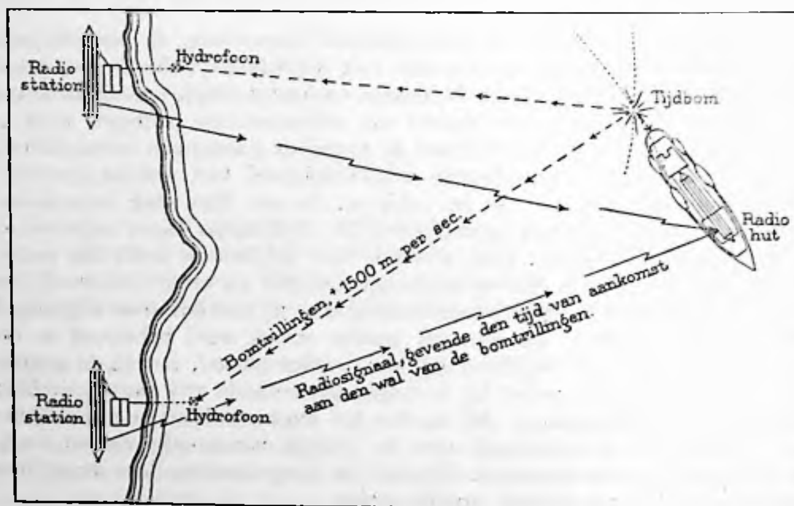
Het resultaat was als volgt: bij een der Zuidelijkste bakens werd een astronomisch stersbestek genomen door vier officieren, door ieder afzonderlijk berekend uit zes stershoogtelijnen, iedere hoogtelijn uit een serie van 4 hoogten. De astronomische plaatsbepaling verschilde slechts 6 m van de getrianguleerde plaats.

Daarna werd wederom om de Noord gaande met drijfbakens doorgetrianguleerd tot een plaatsbepaling op den wal werd verkregen, welke 12 m in breedte en 96 m in lengte fout bleek te zijn. Deze uitkomst is uiterst gunstig, veel gunstiger dan van deze methode mag worden verwacht, zoodat zij geen maatstaf is en slechts aan een toevalstreffer moet worden toegeschreven.

Als slot van dit hoofdstuk moge genoemd worden de

plaatsbepaling door middel van radio,hydrofoons en tijdbommen, zooals deze door de Coast and Geodetic Survey van de Vereenigde Staten van Noord Amerika wordt uitgevoerd op terreinen, welke ver uit de kust liggen en toch nauwkeurig behooren te worden opgenomen, zooals de Georgesbank beE. Nantucket, en het continentale plat met de toegangen tot New York, zie Br. Adm. krtn. 2480 en 2492.

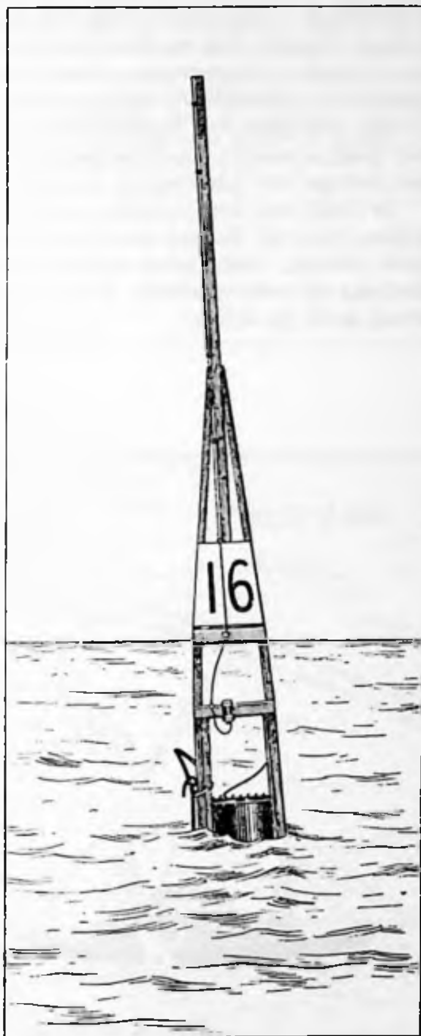
Door dit continentale plat loopt een diepe voor, de zoogenaamde Outer Hudson river, welke zelfs tot in diepten van 1000 m, meer dan 100 zm uit de kust, is waar te nemen. De grillige bodem van dit terrein, waarover de drukke scheepvaart van en naar New York voert en waar sterke stroom, mist en slecht weer het bestek twijfelachtig maken en de navigatie zorgelijk, biedt door gebruik van het echolood in verband met zorgvuldig gekaarteerde dieptelijnen, een hoogst welkome en betrouwbare plaatsbepaling.



RAR — *radio acoustic range* — wordt deze methode van plaatsbepaling door de C. & G. S. genoemd. De bijgaande teekeningen mogen deze werkwijze verduidelijken. De vertraging van de tijdbuis bekend zijnde, kan de afstand van het schip tot de bom op het oogenblik van explosie worden berekend. De tijd, welke de electrische impuls van de ontvangende hydrofoon noodig heeft om het radiostation te activeeren en welke de radiogolven noodig hebben om het registreertoestel a/b te bereiken zijn verwaarloosbaar, de afstanden van de hydrofoons tot het schip worden dus berekend uit de tijdverschillen tusschen eigen hydrofoonregistratie en de registratie der radioseinen van de hydrofoonstations.

Zooals de teekeningen aangeven kunnen deze hydrofoonstations òf walstations zijn, òf scheepsstations, welke dan als triangulatiepunten dienen en dus op een of andere wijze nauwkeurig zijn vastgelegd. In den laatsten tijd worden deze RAR scheepsstations somtijds vervangen door

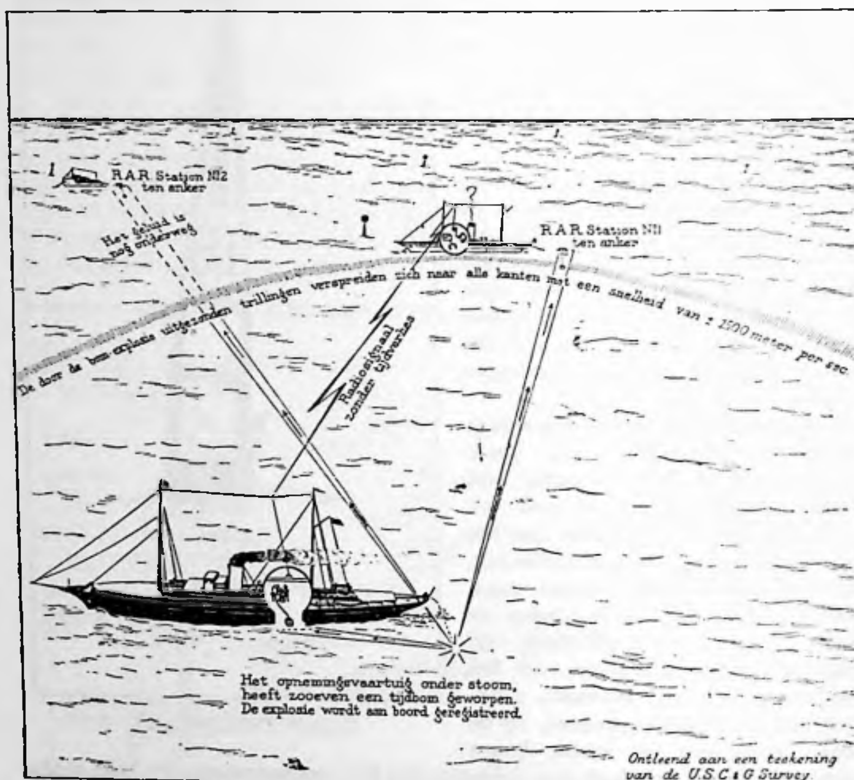
Sono-radio-boeien zie afbeelding, welke de exploitatie veel goedkooper maken. Een dergelijke boei heeft uit den aard der zaak een veel beperkter werkingsfeer dan een schip. Zij bestaat uit een drijfbaken, dat uit twee drums wordt opgebouwd. Ongeveer 10 m onder de boei hangt de hydrofoon, de onderste drum dient alleen voor het drijfvermogen, de bovenste drum herbergt het radio-apparaat, op de boei staat een zes meter hooge antenne. De geheele boei, met inbegrip van het contragewicht om haar recht op te houden, weegt ongeveer 350 kg en kost compleet ongeveer f 400.



Sono Radioboei

De electrische energie, ongeveer 5 watt, wordt door droge batterijen geleverd, welke twee maanden kunnen werken, de werkingsfeer van haar radiostation is ongeveer 10 zm. De plaats van dergelijke boeien kan weder worden bepaald door reeds aanwezige RARstations, op deze wijze kan men steeds verder trianguleeren. Hoewel deze methode hier slechts met enkele woorden en afbeeldingen werd geschetst, zal de deskundige lezer wel begrijpen, dat het vele jaren van proefnemingen, veel materieel en zeer deskundig personeel heeft vereischt om de techniek zoodanig op te voeren en daarmede zulk een nuttige en interessante prestatie te kunnen bereiken.

In Indië zal men wellicht nooit reden hebben om naar deze methode te grijpen, men zal dit niet doen als er niet gedurende langen tijd, dus over een groot terrein, mede moet worden gearbeid, want de organisatie ervan is kostbaar en veelomvattend. Het werd echter nuttig geoordeeld, het bestaan ervan mede te deelen.



Plaatsbepaling, door middel van R. A. R. = radio-acoustische afstandmeting van de reeds getrianguleerde stations nos. 1 en 2.

Wanneer men zich indenkt, hoe een dergelijke opneming thans verloopt: radiotriangulatiepunten buiten zicht van den wal en eventueel ook van elkaar, automatisch geregistreerde plaatsbepaling van het schip ook bij mist en duisternis, een opnemingsvaartuig, dat met echolood en tijdbommen uitgerust met 15-mijlsvaart dag en nacht doorstoomt zonder zijn officieren en manschappen af te matten, als men dit vergelijkt met onze zeilschoeners Blommendal en Melvill van veertig jaar geleden, uitgerust met slechts een kleine stoomsloep en verder roeisloepen, steeds rekkende en krimpende henneptouwen' loodlijnen . . . . . . , dan onderschrijft men het gezegde van den Amerikaanschen opnemer: To-day such operations are taken as a matter of course. But two hundred years ago these surveyors would have been burned at the stake !

HOOFDSTUK III

LOODINGWERK

Onder dezen term wordt verstaan de taak om:

1°. een algemeen beeld van den zeebodem samen te stellen;

2°. het nauwkeurig in kaart brengen van alle voor den zeeman gevaarlijke riffen, droogvallingen, banken, enz.;

3°. een nauwkeurig onderzoek van de grootscheepsvaarwaters, de belangrijkste scheepvaartroutes en van havens, ankerplaatsen en reeden.

Gedurende dezen arbeid worden tevens alle kustlijnen in kaart gebracht en een zoo goed mogelijk beeld gegeven van alle voor de zeekaart noodige topografische bijzonderheden.

Het algemeene beeld van den zeebodem wordt verkregen door over het terrein een regelmatig net van loodingslagen te leggen.

Teneinde deze regelmatigheid zoo goed mogelijk te benaderen, wordt door één der officieren een

„werkblad" of **„sloepsblad"** bijgehouden, waarop de afgelegde trajecten worden geconstrueerd met gradenboog of plaatspasser. Het verdient aanbeveling, op dit sloepsblad tevens het verloop van de diepte aan te teekenen, de dieptelijnen grofweg in te schetsen evenals de bepaling van de kustlijn, de eilanden, de op snijding gelegde kenbare punten, de riffen, enz. enz. en alle mogelijke aanteekeningen op dit blad te schrijven, zoodat het zoo goed mogelijk kan medehelpen als de teekenaar aan boord later de tocht op het constructieblad afzet en daarna weer het minuutblad maakt. Een net, nauwkeurig en uitgebreid bijgehouden sloepsblad zal zoowel bij het loodingwerk als bij het teekenwerk veel bijdragen tot het slagen van den arbeid en het zal antwoord geven op menige vraag welke bij het teekenwerk oprijst.

Het sloepsblad wordt vóór den aanvang van het looden opgezet, alle bakens en reeds bepaalde kenbare punten, ankerplaats van het schip of sloep enz. worden er, met de namen, op aangegeven, de loodlijnen worden reeds zooveel mogelijk getrokken, de schaal wordt duidelijk aangegeven. Indien men van plan is vaste raaien, merklijnen of bogen te stoomen, worden deze reeds licht in potlood getrokken, in het algemeen gezegd: er wordt zooveel mogelijk vóóruit gewerkt ten einde den arbeid onder het looden te verlichten. Eveneens worden op dit blad zoo nauwkeurig mogelijk aangebracht de gevaren, riffen, enz. welke hetzij reeds op de bestaande kaart voorkomen, hetzij in den loop der tijden werden gerapporteerd. Dergelijke plekken mogen niet van de kaart verdwijnen, vóór een nauwkeurig onderzoek is ingesteld. De beslissing omtrent het schrappen van dergelijke riffen berust in den Haag, de opnemer adviseert hieromtrent.

Gedurende het afstoomen van de loodingslagen wordt nauwkeurig plaatsbepaling gehouden zoodat deze routes later nauwkeurig kunnen worden geconstrueerd. Het lood — hetzij echolood of handlood — wordt onafgebroken gaande gehouden, voortdurend wordt *scherpe uitkijk* gehouden naar rafeling, verkleuring, branding of deining, scholen visch, in één woord alles wat aanwijzing omtrent ondiepten a.a. zou kunnen geven. Minstens evenveel gevaren zijn ontdekt door het oog, als door het lood.

De looder òf zijn vervanger helpt mede uitkijken.

Aangezien het beeld van den zeebodem op de kaart het duidelijkst wordt weergegeven door lijnen van gelijke diepte (evenals op topografische kaarten het reliëf van het land door lijnen van gelijke hoogte), moeten deze lijnen door het loodingwerk zorgvuldig worden bepaald en dit wordt op de meest praktische wijze verkregen door de loodingslagen ongeveer loodrecht op de dieptelijnen te leggen. Daardoor zullen deze slagen ook veelal loodrecht op de kustlijn gericht zijn, waardoor men gemakkelijk merken op het land kan vinden om goed in de koers te blijven.

De onderlinge **afstand der loodingslagen** hangt in de eerste plaats af van de vraag, of men later een gedeelte zal afdreggen; verder van de belangrijkheid van het terrein, van den aard van den zeebodem, nl. of deze gelijkmatig dan wel ongelijk is, of de bodem bestaat uit modder en zand, dan wel steenachtig of koraalvormig is, en veel of weinig riffen bevat. Voorts van de grootte van het loodende vaartuig, m.a.w. van de ooghoogte van den uitkijk; van de helderheid van het water en van de mogelijkheid om door plaatselijk bekenden ingelicht te worden omtrent bekende gevaren. Ieder terrein is weer anders en het is dus niet mogelijk vaste voorschriften omtrent de wijdte der loodingslagen te geven, doch om de gedachten eenigszins te bepalen worden hieronder eenige getallen genoemd:

In Nederland waar geen steile klippen te duchten zijn, en waar de bodem alluviaal is, worden veranderlijke en critieke drempels opgenomen met loodingslagen om de 100 m overlangs èn overdwars, overigens worden de binnenwaters zooals het Krammer met slagen om de 250 m belood, de vaarroute van Schouwenbank naar Oostgat om de 400 m, de Noordzeekust met slagen variëerend tusschen 1000 en 2000 m.

In Nederlandsch Indië werd de W.kust van Sumatra van den wal tot de 10 m dieptelijn belood met slagen om de 400 m, verder naar buiten waaierde men de slagen uit tot 1000 m en dáár waar het continentale plat zeer breed werd (± 10 zm) tot 1500 à 2000 m.

De Zuid Chineesche Zee beOosten de Natoena eilanden met zeer groote en gelijkmatige diepten, werd opgelood met slagen op ± 8000 m breedte.

Op de reede van Tandjoeng Priok zal men de slagen ongeveer op 200 m moeten leggen, op een druk bevaren route als straat Banka zal men de slagen ook op ongeveer 200 m leggen. In den Oosthoek van den Archipel, bijv. straat Selee, is 600 m een goede afstand, de steile Noord- en Zuidkust Ceram werd

om de 500 m belood, de kusten van de Geelvinkbaai en van Japen om de 700 m.

Deze afstanden duiden dus aan de opvatting op welke wijze men een behoorlijk algemeen beeld van den zeebodem verkrijgen kan zonder overbodigen arbeid. Het is niet wel doenlijk hierbij weer onderscheid te maken tusschen loodingwerk met echolood of handlood.

Aan het loodingwerk door regelmatig gelegde loodingslagen wordt de noodige uitbreiding gegeven voor

het nauwkeurig onderzoeken en in kaart brengen van verdachte plekken en van gesignaleerde riffen en gevaren.

Dit onderzoek zal voortvloeien: hetzij uit aanwijzingen van plaatselijk bekenden, hetzij uit oude kaarten, uit aanwijzingen van den uitkijk, of uit abnormale diepten in een loodingslag. Heeft men een ondiepte gevonden, dan wordt hiervan voornamelijk de ondiepste plek èn de omtrek bepaald.

Bij dit onderzoek is een drijfbakentje op het rif verankerd dikwijls van zeer veel nut.

Het loodingwerk eischt zóóveel aandacht, en er is met het bijhouden van het sloepsblad, met hoekmeten, uitkijken, toezicht op het looden en sturen e.d. zooveel arbeid, dat slechts op eenvoudige terreinen en dan nog alleen door geroutineerde opnemers al dit werk door één man kan worden gedaan.

Aangezien er bovendien meestal wel een of twee officieren zijn, die nog moeten worden opgeleid in het vak, zal het slechts zelden kunnen voorkomen dat de loodingsloep met slechts één opnemer wordt bemand. Meestal zal de leider van het werk al zijn tijd noodig hebben voor toezicht op opschrijver, roerganger, looder, uitkijk en het meten van één hoek en zal een tweede officier het teekenwerk en andere meetwerk moeten doen en zijn routine moeten verkrijgen in den ganschen opnemingsarbeid. *Is er geen 2de officier disponibel, dan schakele men een daartoe opgeleid matroos of onderofficier in als hoekmeter; dit is beter, dan verzwaring van de taak van den leider.* Wordt met het echolood gelood, dan zal de paai hiervan den leider steeds op de hoogte houden van het veranderen der profiellijn.

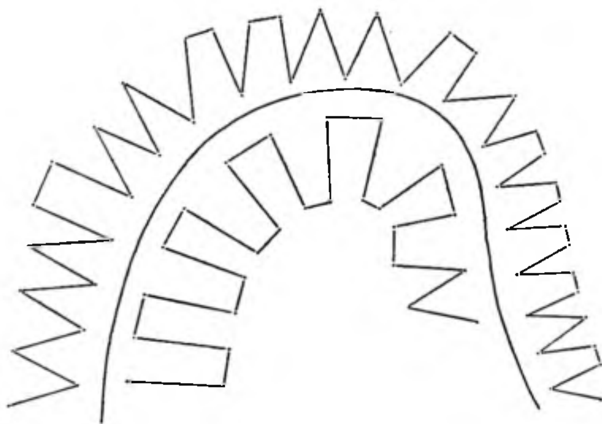
In dit geval zal de grondsoort zoo nu en dan met het handlood worden onderzocht.

Loodingslagen worden over het algemeen ongeveer loodrecht op de dieptelijnen gelegd, dat wil dus in vele gevallen zeggen: loodrecht op de kust. Brengt men met korte puntslagen een steile kust of koraalbank in kaart, dan heeft de wijze als voorgesteld door den linkerslag van bijgaande figuur de voorkeur boven den rechtschen slag, omdat men met den linkerslag sneller afgedraaid is en deze manier dus veiliger is.



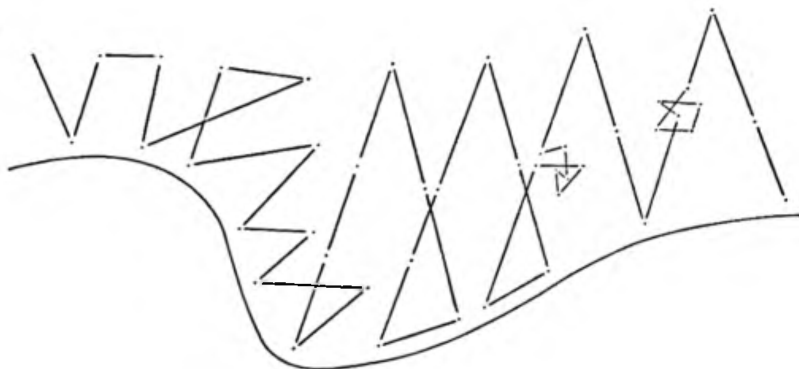
Overigens zal de wijze van het leggen der slagen op elk terrein weer anders

zijn. In Nederland bijv. zijn de kustlijnen bijna overal door dijken gevormd en dus onveranderlijk en reeds bekend, in Indië heeft het in kaart brengen der kustlijn (gemiddelde hoogwaterlijn) veel invloed op het leggen der slagen. In Nederland zijn de geulen en banken soms dermate onregelmatig èn veranderlijk, dat men in zulk een geval niet beter kan doen, dan een regelmatig patroon van slagen over het terrein te leggen zonder te letten op de richting der dieptelijnen; bovendien zijn hier geen onverwachte gevaren te duchten; op de drempels legt men de slagen overlangs èn overdwars. Slechts in smalle vaarwaters legt men puntslagen, in andere gevallen worden evenwijdige slagen gelegd, waarbij de dwarsstukken ook als loodingslag moeten worden opgevat. Evenwijdige slagen zijn makkelijker regelmatig te leggen, het systeem wordt bij plotseling breeder of smaller worden van het vaarwater niet verstoord, de te sturen koersen zijn beter bekend. Zoo mogelijk houde men steeds een merk, hetgeen vooral bij stroom een onmisbare steun voor den roerganger is. Bij sterken stroom op de draaipunten steeds in den stroom op draaien. Plaatsbepaling nemen bij alle koers- en vaartveranderingen, verder op regelmatige tijden èn (of) bij alle eenigszins belangrijke diepteveranderingen en bij het passeeren der te kaarteeren dieptelijnen, waarvoor men, bij nauwkeurig werk, een vóóraf berekend reductielijstje in de sloep moet hebben. Onder evenwijdige slagen rekent men ook het stoomen langs bogen, hetgeen in vele gevallen een goede methode is doch het nadeel heeft, dat de officier die met den sextant de boog houdt, een gedeelte van het werk van den roerganger overneemt. Dit boog-stoomen kan ook benut worden om de scheepvaart het gegeven te verschaffen, welke boog buiten langs de aanwezige gevaren voert. Men hoede zich er overigens voor, slaaf te worden van het *regelmatig* leggen der slagen, dit is tenslotte slechts een bijzaak; toch offeren vele officieren, die nog niet in het werk doorkneed zijn de intrensieke waarde van den loodingarbeid (nl. de goede uitkijk, het onderzoeken van een afwijkende diepte, het onderzoeken van een ter zijde liggende verkleuring a.a.) op aan een kunstig gelegd net van regelmatige slagen over het sloepsblad. Een commandant zal zulke keurige bladen wantrouwen, hij ziet er liever



onregelmatige sprongen in, mits de daardoor ontstane lacunes later weer zijn aangevuld. Het is onnoodig, en ook niet goed doenlijk, alle wijzen van loodingslagen in dit boekwerkje te beschrijven, ieder geval kan den praktischen officier weer tot andere oplossingen leiden, als voorbeeld moge verwezen worden naar bijgaande teekeningen.

Tot voor kort was het vrijwel algemeene gewoonte, dat het loodingwerk het grondigst werd uitgevoerd tot 10 m diepte, omdat dit den diepgang der grootste schepen nog met een flinke marge overtrof. Daarom ook werd de 10 m lijn of de vijf vaamslijn op alle kaarten aangebracht als de lijn van veilig varen. Dat men het loodingwerk buiten de 10 meterlijn luchtiger opvatte, was echter niet altijd gemotiveerd. In 1937 rapporteerde de chef van den Deenschen Hydrografischen Dienst: „when 10 years ago we started wire drag sweeping, we selected for that purpose the water between 10 and 20 m.



We found that in these special cases a number of stones came up from the bottom with perhaps 8 or 9 m of water above them; they had never been found before because the surveying had never been carried outside 10 m."

Ook de Britsche hydrografische dienst besteedt in de laatste jaren, als gevolg van den grooteren diepgang van de moderne slagschepen en mailbooten, en eveneens als gevolg van het geheel of gedeeltelijk onder water varen der onderzeebooten, veel meer aandacht aan het terrein tusschen de 5 en de 15 vadem (zeg 10 en 30 m) dan vroeger.

Hier dient te worden opgemerkt, dat zulks moet beschouwd worden in verband met den aard van het terrein, want in het algemeen kan men toch wel zeggen (bestudeering der kaarten wijst dit uit), dat het aantal gevaren sterk afneemt naarmate de diepte toeneemt. Blijkbaar maken de Deensche wateren hierop een uitzondering. Wat het dreggen aangaat is het logischer, zich te laten leiden door de routes van de scheepvaart, dan door de dieptelijnen.

Het is vaak moeilijk een eens gesignaleerd of vermoed gevaar later weer terug te vinden, het is dus aanbevelenswaardig een verdachte plek dadelijk

te onderzoeken. Zulk een onderzoek waarbij een tijdelijk gelegd drijfbaken groot gemak oplevert voor de overzichtelijkheid van den arbeid, moet steeds worden voortgezet tot het bodemverloop weer normaal is, de loodingslagen worden zoover voortgezet tot de omringende dieptelijnen van 5 m, 10 m, eventueel 20 m kunnen getrokken worden; bij plaatselijken contrôlearbeid, zooals in rivieren en zeearmen, zet men het loodingwerk voort tot men weer aansluiting heeft met de bestaande kaart. De nauwkeurigheid van het bepalen van het minste water op een losliggende ondiepte of

drempel is des te belangrijker, naarmate dit „minste water" dichterbij den diepgang van de passeerende scheepvaart ligt, m.a.w.: of een ondiepte 1½ m of 2 m bedraagt, is minder belangrijk dan het feit of op een drempel 7 of 7½ m staat, want het rif met 2 m wordt altijd en door iedereen gemeden, doch de diepte van een drempel van ongeveer 7 m is belangrijk tot in dm toe: niet alleen wegens het gevaar van vastloopen, maar wellicht nog meer, omdat men het afladen van een schip regelt naar de diepte op den drempel.

De reede van Cheribon, de drempel van de Suriname rivier, het Oostgat bij Vlissingen en de Middensteenbank zijn daarvan typische voorbeelden.

Het *zien* van ondiepten is van zeer vele omstandigheden afhankelijk. In de eerste plaats natuurlijk van de helderheid van het water en den stand van de zon, maar ook de grondsoort speelt een groote rol: donkere rotsgrond verraadt zich minder snel dan wit zand; stroomrafelingen of abnormale deining zullen zich alleen voordoen ten tijde dat de stroom doorstaat of als er inderdaad „swell" in zee staat; bovenstroomend modderig rivierwater kan zeer plaatselijk het zoeken bemoeilijken en kan misleidende verkleuringen veroorzaken. Bij rafelingen zij men er op verdacht, dat deze zich niet boven de ondiepte, maar een eind benedenstrooms ervan afteekenen. Het is overigens merkwaardig, hoe diepteverschillen op zeer groote diepten zich nog aan het zeeoppervlak kunnen afteekenen. Ongeveer 10 zm beS. de Oostpunt van Obi Major ligt een plek van ± 450 m diepte in omringende diepten van 1800 m. Deze plek is verscheidene malen zeer duidelijk als „onrustig water" waargenomen, zóó zelfs, dat de commandant van het opnemingsvaartuig twijfelde of hij er wel overheen zou stoomen. Dagen lang is er gezocht, maar steeds meer dan 400 m gelood. Toch is dit verschijnsel niet zoo verwonderlijk als het wel lijkt. Indien er op de groote diepten van 1000, 2000 m stroom staat, en deze stroom een onderzeeschen rug of berg ontmoet, *moet* het water weggedrongen worden en dan is ten slotte de weg naar boven, zij het dan onder 40 atmosferen druk, nog de minst weerstandbiedende.

Indien men een zeegebied moet belooden, waar weinig of geen gevaren verwacht worden en waar men dus voornamelijk het algemeen bodemreliëf opneemt, of wanneer men terreinen oploodt zoover uit de kust gelegen, dat de sloepen geen plaatsbepaling meer hebben, dan worden vaak met schip èn sloepen gelijktijdig

evenwijdige slagen gelegd, waarbij het schip door den hoogen opbouw nog gelegenheid vindt plaatsbepaling op den wal uittevoeren en dus voor de

algemeene navigatie kan zorgen, en de sloepen hunne plaats uitsluitend bepalen door tuighoogtemeting en dus afstand van het schip, terwijl hunne richting van het schip uit wordt gemeten of gepeild.

Met enkele vooraf vastgestelde eenvoudige seinen regelt het schip de bewegingen der sloepen. De afstanden waarop dergelijke slagen gelegd worden, worden o.a. beïnvloed door de ooghoogte der uitkijken, de slagen tusschen twee sloepen onderling zullen dus nauwer gelegd worden dan tusschen sloep en schip of tusschen schip en schip.

In Indië wordt het loodingwerk gewoonlijk niet verder voortgezet dan tot de 200 m lijn, aangezien deze grens een zeer markante geologische beteekenis heeft; niet alleen in Indië maar vrijwel over de geheele aarde is de 200 m lijn de grens van het z.g. continentale plat en loopt de voet der vastelanden buiten deze lijn steil naar den bodem van den Oceaan af, zoodat buiten de 200 m lijn slechts zeer zelden ondiepten gevonden worden. In Indië is de geologische formatie zoodanig dat men dit als regel aanneemt en het loodingwerk aan deze grens ophoudt. Slechts op enkele plaatsen moet hiervan worden afgeweken, in de Geelvinkbaai bijv. zijn de Tydemanriffen eerst geruimen tijd nadat de opneming was afgeloopen, gevonden. Deze riffen liggen ongeveer 30 zm buiten de 200 m lijn, ze zijn hier en daar droogvallend en stijgen vrijwel loodrecht uit meer dan 1000 m diepte omhoog.

De 200 m lijn zelve is vaak bezet met riffen en gevaren en vormt dan als het ware een opstaanden rand van de daarbinnen liggende vrij diepe kustzee. Duidelijke voorbeelden daarvan vindt men op krt. 241 beW. Padang, waar de riffen óók hier en daar even buiten de 200 m liggen, en op krt. 174 in straat Makasser de Kleine Paternoster eilanden.

Het zoeken naar gerapporteerde gevaren is soms een gevaarlijk en vaak een langdurig werk.

In Ned. Indië is de opneming voltooid en nieuw gerapporteerde gevaren zijn dus blijkbaar klein en slecht zichtbaar. Bij het zoeken ernaar is dus bijzondere voorzorg geboden, zooals: bijzonder goeden uitkijk houden, weinig vaart, stoomen met afgevierd anker, enz.

Het eerste wat men bij de uitvoering van een dergelijke opdracht te doen heeft is het beoordeelen der gerapporteerde gegevens. Is rapporteur in zicht van land geweest, toen hij het gevaar ontdekte, dan zal hij — indien hij aandacht heeft geschonken aan de voorschriften en aanwijzingen, welke daaromtrent gelden — een zoo uitgebreid mogelijke plaatsbepaling hebben genomen, liefst met *gemeten* hoeken, hij zal zijn kompasfout nog eens hebben geverifiëerd, zoo mogelijk een merklijn hebben gegeven, hij zal (laat ons hopen) een jol hebben gestreken om met het lood te constateeren of zijn waarneming een feit dan wel gezichtsbedrog was (zie „Algemeene Toelichting, enz.", 1937, blz. 33). Het zal van deze gegevens afhangen, hoe ver men het onderzoek uitstrekt. Zijn betrouwbare hoeken gemeten, dan stoomt men deze bogen af, benevens de naast liggende bogen, dus $\angle$ A, $\angle$ A + 10', $\angle$ A + 20', $\angle$ A +

30′, $\angle$ A — 10′, $\angle$ A — 20′, $\angle$ A — 30′, en daarna: $\angle$ B, $\angle$ B + 5′, $\angle$ B + 10′, $\angle$ B + 15′, $\angle$ B — 5′, $\angle$ B — 10′, $\angle$ B — 15′.

Zijn peilingen gegeven, dan begrenst men het terrein door deze peilingen, vermeerderd en verminderd met een te verwachten fout, bijv. als een bergtop is gepeild 30°, dan begrenst men het op te looden terrein door de peilingen 29° en 31°. Is alleen een lengte en breedte gegeven, omdat het rif buiten zicht van land ligt, dan gaat men de nauwkeurigheid van dit bestek na. Is dit gebaseerd op een astronomisch bestek, gevolgd door een gegist bestek over eenige uren, dan mag deze plaatsbepaling in gewone gevallen niet nauwkeuriger dan op 1′ worden geschat en zal men dus het terrein begrenzen door de meridianen: L + 1′, L — 1′, en de parallellen B + 1′, B — 1′.

Is de opgegeven plaats afkomstig een korten tijd stoomens na een goede terrestrische plaatsbepaling, dan wordt de mogelijke fout belangrijk kleiner geschat.

Ligt het gerapporteerde gevaar onder den wal, dan doet men het beste, met het schip zoo mogelijk op de plaats zelve ten anker te gaan, en met de sloepen den omtrek te doen afzoeken, bijv. door cirkels om het schip te doen aflooden om de 100 m afstand, te bepalen door tuighoogte, of door een ster van uit het schip te doen oplooden. Ligt de plek ver uit den wal, dan doet men in vele gevallen het beste, met het schip bogen te stoomen zoo mogelijk met de sloepen op 200 of 400 m afstand naast zich. Bij al dit werk is scherpe uitkijk al weer van het grootste belang. Zeer aanbevelenswaardig is ook, dat schip èn sloepen een submarine sentry hebben uitstaan, althans als men geen echolood te werk heeft staan. Indertijd heeft men op de Van Gogh dergelijke sloepsvliegers aan boord gemaakt, en de lengte waarop de draad moest worden afgevierd empirisch bepaald op een effen vlakte. Geschiedt het onderzoek in groote diepten, dan is (behalve het handlood, dat voortdurend gaande wordt gehouden) de afstand, waarop men telkens een dieplooding neemt, afhankelijk van de diepte. In geologische kringen neemt men aan, dat in groote diepten de bodemhelling een zekere steilte niet overschrijdt. Men begrijpt zonder meer wel, dat in 600 m diepte geen pinnacle-rock tot aan het zeeoppervlak zal oprijzen, waarvan de voet niet breeder dan bijv. 20 m zou zijn. Als maatstaf dezer onderzeesche hellingen werd tot voor kort de volgende tabel gegeven:

Afstand tot ondiepte in zm	Gemiddelde diepte in m	Diepte-toename per zm in m	Afstand tot ondiepte in zm	Gemiddelde diepte in m	Diepte-toename per zm in m
					214
0,33	837		5	2448	
		664			191
1	1280		6	2639	
		405			160
2	1685		9	3119	
		300			144
3	1985		10	3263	
		249			112
4	2234		12	3487	

Loodt men dus 3200 m, dan zou volgens deze tabel mogen worden aangenomen, dat binnen een cirkel met 9 zm straal geen gevaar aanwezig is en de loodingen dus 9 zm uit elkaar mogen liggen; wordt 7 zm verder 1900 m gelood, dan zou binnen 3 zm afstand geen ondiepte kunnen liggen, en behoeven de loodingen niet minder dan 3 zm uit elkaar te liggen.

De diepzeeloodingen van de Snelliusexpeditie, in 1929, brachten echter aan het licht, dat de hellingen veel steiler kunnen zijn, en dus de loodingen nauwer gelegd moeten worden, dan uit deze tabel zou blijken. Het echolood heeft in de oudere hypothesen veel wijziging gebracht. Van randriffen langs het vastelandsplat was trouwens reeds lang bekend, dat deze veel steiler kunnen zijn, dan bovenstaande tabel aangeeft en vele naaldrotsen (pinnacle-rocks, fr. aiguilles) die in den Ned. Ind. Archipel bekend zijn rijzen loodrecht uit diepten van 40—80 m op. Ook de Tydemanriffen in de Geelvinkbaai (zie blz. 64) zijn uiterst steil.

Tot slot van deze bespreking van het zoeken naar losliggende gevaren wordt gewezen op de mogelijkheid, die het vliegtuig in dezen biedt. Hoewel een vlucht, al dan niet met foto's bekrachtigd, zeer veel aan deze werkzaamheden kan bijdragen, zal deze nooit zekerheid kunnen verschaffen. *Zekerheid* kan slechts door dreggen worden verkregen.

In Juni 1921 werd door een watervliegtuig binnen het uur benoorden Billiton het onbekende, kleine rif van 100 m middellijn met 4 m minste water gevonden, waarop eenige maanden te voren het Japansche stoomschip „Riojun Maru" vergaan was en waarnaar bij goed riffenzicht het opnemingsvaartuig „Van Gogh" reeds lang tevergeefs gezocht had. Ook bezuiden hoek Selatan (Zuidkust Borneo) werd een gerapporteerd gevaar spoedig gevonden. Bij het onderzoek ankerde het opnemingsvaartuig op de ondersteelde plaats. Het vliegtuig beschreef vervolgens ster- of spiraalslagen rond het schip, evenals een sloep zou doen. Het is praktisch, daarbij niet verder van het schip te gaan dan tot 5 zeemijl en op geen grootere hoogte te vliegen dan 400 m, aangezien dit ongeveer de grens schijnt te zijn, waarop kleine riffen nog opgemerkt kunnen worden. Getracht is gegevens te verzamelen betreffende de horizontale afstanden, waarop riffen nog uit een vliegtuig te zien zijn, doch dit is van zooveel factoren afhankelijk, als: de grondsoort, de diepte op het rif, de kleur en doorzichtigheid van het water, de belichting enz., dat geen grens is aan te geven van den tophoek van den kegel, waarbinnen de riffen nagenoeg zeker ontdekt worden. Deze tophoek is echter niet klein. Een klein rif werd bij gunstige belichting, vliegende op 400 m reeds op 1 zm afstands uit het zicht verloren.

Toen het vliegtuig de verkleuring zag, daalde het tot bij den zeespiegel en wierp een phosphorlicht benevens een boei met dreg, klom daarna tot circa 200 m en schatte vervolgens door naar en van het schip te vliegen zoo juist mogelijk peiling en afstand. Deze gegevens werden door het werpen van een berichtkoker aan het schip medegedeeld.

Is de cirkel zonder resultaat afgezocht, dan verstoomt het schip naar

een andere plaats en de geheele manoeuvre wordt zoolang herhaald, tot het geheele verdachte terrein is afgezocht. Voor het zoeken zijn de uren 7—9 en 15—17 het gunstigst. De zichtbaarheid van verkleuringen is dan het grootst, het water schittert aan de goede zijde — dat is van de zon af — het minste en het minder schelle licht is niet zoo vermoeiend. Een strakke lucht is noodzakelijk, wolken geven valsche schaduwen en belemmeren het indringen van het zonlicht in het water. Een kalme zee zonder deining of witte koppen is gunstig.

Een nadeel is, dat vliegtuigen zulk een groote snelheid bezitten, dat de waarnemer te weinig tijd heeft voor nauwgezet en rustig observeeren.

Loodingtoestellen. Voor kleine diepten is het eenvoudigste en nauwkeurigste toestel

de *slaggaard*, welke in dm nauwkeurig wordt afgelezen, met de verdeeling naar achteren gericht om de fout van het tegen den stok oploopende water te ontgaan. De groote slaggaard heeft een verdeeling tot 6 m, deze stok is echter voor werken in de sloep te onhandig.

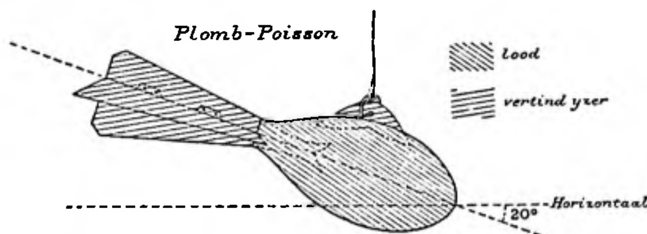
De *loodlijnen* zijn op de opnemers tegenwoordig vrijwel algemeen vervaardigd van Samson tiller rope (stuurreep) N°. 8. Deze lijn bestaat uit een hart van dunne phosphorbrons draden, bekleed met stijf gevlochten rood katoendraad. Hiermede is de lastige rek en krimp volkomen verdwenen, de lijn is zeer duurzaam, is iets stijver dan de henneptouwen loodlijnen van weleer, en heeft slechts één nadeel, nl. dat het merken der lijn nogal bewerkelijk is en voorzichtig moet geschieden. Deze lijn wordt geleverd door de Samson Cordage Works, Broadstreet, Boston, Massachusetts, in coils van 1200 feet voor den prijs van f 72, d. i. ± f 0,06 per voet.

De henneptouwen loodlijnen, welke, behalve op opnemingsvaartuigen, nog allerwegen gebruikt worden, hebben het groote nadeel van voortdurend rekken en krimpen, waardoor ondanks veel contrôlewerk en hernieuwd merken de nauwkeurigheid inboet. Aan boord van opnemingsvaartuigen worden loodlijnen gemerkt: iedere meter een touwtje, de 3, 13 en 23 m een rood lapje, 5, 15, 25 m een wit lapje, 7, 17, 27 m een blauw lapje, 10, 20, 30 m een leertje met 1, 2, 3 gaatjes. De eerste vijf meters worden in dm onderverdeeld, van 5—12 m in kwartmeters, 12—22 m in halve meters. Deze maten geven tevens aan de nauwkeurigheid welke de looder moet betrachten en eveneens de teekenaar bij het minuutwerk. Bij bijzonder nauwkeurig loodingwerk op drempels en bijv. in het Westervaarwater van Soerabaja wordt de nauwkeurigheidsgrens opgevoerd en neemt men bij zachten moddergrond nog bijzondere maatregelen, zooals een platte bol of plankje onder aan de slaggaard, en bijzondere aandacht dat het lood overeind staat, om het in den modder zakken van de loodingmiddelen te ontzeilen. Bij dergelijk nauwkeurig werk wordt ook wel het

vischlood gebruikt, dat vooral bij de fransche en italiaansche hydrografie veel toepassing vindt (plomb-poisson). [1]

[1]) Een uitvoerige beschrijving vindt men in de Annales hydrographiques 1923.

Dit lood weegt ongeveer 25 kg en wordt met een windwerk behandeld. Men draait het niet verder op dan goed van den grond en viert het daarna weer af, zoodat men een maximum aantal loodingen krijgt, de diepte leest men op den stoel van het windwerk af. De methode heeft het groote nadeel dat men in rotsachtig of koraalvormig terrein het lood gemakkelijk verspelen kan en dat men, om de lijn recht op en neer te houden, niet meer dan 2 zm vaart mag loopen, hetgeen vooral in stroomend water veel bezwaren heeft. Het voordeel is, dat men een vrijwel aaneengesloten profiellijn verkrijgt met een minimum van lichamelijke inspanning.



Voor diepten tusschen 20—40 m, welke niet goed meer met het handlood te bereiken zijn, werd in Nederland op de Hydrograaf gebruik gemaakt van het z.g.

Douglas-Schäfertoestel, een aan twee sparren even buiten boord en langsscheeps gespannen kabel, waarlangs het lood met een traveller van achteren naar voren glijdt. Hiermede wordt dus het loodwerpen vervangen en het gebruik van een zwaarder lood mogelijk gemaakt. De looder viert de loodlijn, welke aan het lood bevestigd is bij, het lood wordt als het zoo vóórlijk mogelijk is gekomen automatisch van de klink losgeslagen, de looder houdt de loodlijn stijf en deze wordt na het aflezen niet door een inhaler, maar met behulp van een windwerk ingedraaid. [1]) Bij deze methode werd met 5 mijls vaart nog 50 m diepte, op en neer, gelood, één looding per minuut, met twee indraaiers en één looder. Zie afbeelding tusschen blz. 70 en 71.

Voor het aanlooden van dergelijke grootere diepten in de vaart wordt in Indië het

Kelvitelood gebezigd en wordt de diepte afgeleid van de lengte der uitgeloopen lijn. Deze loodingmachines hebben daarvoor reeds een verdeelde schaal, doch het is zaak hierop niet te vertrouwen en zelf aan boord empirisch een tabel voor verschillende vaart, diepte en lood samen te stellen. Het toestel mag overigens als bekend worden aangenomen.

---

[1]) De matrozen van de opnemingsvaartuigen in Nederland hebben géén inhaler, zij halen zelf de loodlijn in, staan daarbij dus met het gezicht naar achteren. Zóó blijven zij ook staan bij het loodwerpen, ze werpen dus, t.o.v. zich zelf naar achteren, hetgeen een zeer eigenaardig effect maakt. In Indië zou deze methode het nadeel hebben, dat de looder dan niet zou kunnen uitkijken, hetgeen in Nederland van geen belang is. Zie foto tusschen blz. 86 en 87.

Voor grootere diepten moet het schip stilgelegd worden en wordt gebruik gemaakt van het Kelvitelood of het kleine en het groote

Lucaslood. De snelheid van afvieren is hierbij ongeveer 3 mps, van inwinden eveneens. Bij zeer groote diepten moet door manoeuvreeren met het schip gezorgd worden dat de lijn recht op en neer staat. Bij eenige onoplettendheid kan door het groote gewicht van de draad, deze blijven uitloopen als het lood reeds op den bodem ligt, men kan dit echter goed bemerken aan de spanning der veeren. Men leest af, als men zeker is, dat de loos weer ingedraaid is. De genoemde loodingtoestellen moeten steeds onder goed toezicht staan en gecontrôleerd worden. Vooral slijtage van het telwerk en het slippen van de lijn over de betreffende schijven kan belangrijke fouten veroorzaken. Ook het uitslijten van de groef van den trommel, waarover de pianodraad gewonden ligt, kan vrij groote afwijkingen t.o.v. het meetwiel tengevolge hebben. Aandachtige behandeling is dus noodzakelijk, vooral de kleine Lucasloodingtoestellen die vaak met de sloepen medegaan, slijten vrij snel.

Bij den hydrografischen dienst in Nederland zijn alle bovengenoemde loodingtoestellen, loodlijnen, enz. vrijwel „historie" geworden. In de zomers van 1936, 1937 en 1938 is noch op het schip, noch in de sloep een loodlijn of slaggaard gebruikt en heeft het

echolood alle werk verricht.

De voornaamste voordeelen van het echolood zijn:

1°. men verkrijgt een onafgebroken profiellijn in stede van loodingen om de 20 of 40 of meer meters;

2°. men kan werken met de grootst mogelijke vaart;

3°. de nauwkeurigheid is groot (± 2 dm);

4°. de registreering waarschuwt oogenblikkelijk, men *ziet* den bodem op- of afloopen, de registreering blijft bewaard en geeft een groot gemak en grootere nauwkeurigheid bij het minuutwerk.

De voornaamste nadeelen zijn:

1°. vrij kostbare instrumenten en exploitatie;

2°. deskundige behandeling, voortdurend en nauwlettend toezicht zijn noodzakelijk, er komen vrij vaak kleinere en grootere reparaties voor;

3°. luchtbellen onder de zenders verstoren de werking;

4°. het aanbrengen der oscillatoren in het schip is een netelige kwestie.

Het behoeft geen betoog, dat de voordeelen de nadeelen ver overtreffen en dat in de toekomst ieder opnemingsvaartuig en iedere sloep van deze schepen met een echoloodingtoestel zullen zijn uitgerust.

Men onderscheidt de echoloodinstrumenten in diepzee- en ondiepwater-

toestellen. Onder diepzee verstaat men dan ongeveer 200 m—10 000 m, onder ondiepwater 0—300 m. De diepzeetoestellen werken met membraan of hamerzender, de ondiepwater toestellen met gerichte zenders van kwarts of magnetostrictie. De aflezing der diepzeetoestellen is optisch, al dan niet gecombineerd met telefonisch afluisteren, de ondiepwater toestellen worden tegenwoordig vrijwel alle registreerend gemaakt.

De gegevens verkregen door diepzeeloodingtoestellen zijn betrekkelijk onnauwkeurig en kunnen tientallen meters fout zijn, de nauwkeurigheid van registreerende ondiepwatertoestellen is zeer groot en is slechts een kwestie van dm.

Diepzeeloodingtoestellen zijn, wat de verdeeling van de wijzerplaat voor de diepteaanwijzing betreft, gecalibreerd (berekend) op een voortplantingssnelheid van de trillingen door het water van 1490 m.p.s. Amerikaansche toestellen zijn gecalibreerd op 1463 m.p.s. Deze snelheid wordt echter beïnvloed door de temperatuur, zoutgehalte en druk van het water. De correcties hiervoor vindt men in de uitgave H.D. 282 van het Britsche Hydrographic Department, Admiralty: „Tables of the velocity of sound in pure water and seawater for use in echosounding and sound ranging". Uit den aard der zaak berust de samenstelling dezer Tafels op nog zeer onvolledige gegevens. Zelfs het onderwerp: horizontale voortplantingssnelheid verkeert nog in het proefstadium en baart nog vele verrassingen, onder den invloed van breking, terugkaatsing en interferentie der trillingen.

In Frankrijk, Engeland en Amerika worden de onderzoekingen omtrent een en ander door de oceanografen krachtig voortgezet. Ook de Snellius-expeditie 1929—1930 heeft hieromtrent vele gegevens verzameld. Men vindt deze in de Tafels achterin Volume II, Part 2, Chapter 1 Depth Determinations by F. Pinke van de rapporten der Snellius expeditie, welke zijn uitgegeven bij de N.V. Kemink en Zoon te Utrecht, thans verkrijgbaar bij E. J. Brill te Leiden.

Het diepzee echolood aan boord Hr. Ms. W. Snellius is geleverd door de „Atlas Werke" te Bremen, welke de vervaardiging en verkoop voor Europa verzorgen van het, oorspronkelijk Amerikaansche toestel „Fathometer".

Door invoering van het echolood op de visscherijvloot zoowel als op oorlogsschepen en koopvaardijvloot is aan de diepte als plaatsbepaling, meer dan ooit, een belangrijke rol in de navigatie ten deel gevallen. Op blz. 54 is hiervan reeds een zeer markant voorbeeld gegeven; het aanloopen van het Engelsche Kanaal van om de West, dat in den ouden zeiltijd een klassiek voorbeeld was van „bijdraaien" om de Gronden aan te looden is eveneens een navigatieprobleem, dat thans door het echolood op even zekere als eenvoudige wijze wordt opgelost. Bij het samenstellen eener zeekaart zal dan ook, meer dan vroeger, in den vervolge aandacht gewijd worden aan kenmerkende bodemverheffingen of geulen. De opnemer zal hiermede rekening moeten houden.

Aangezien diepten van meer dan 300—600 m niet door de algemeene





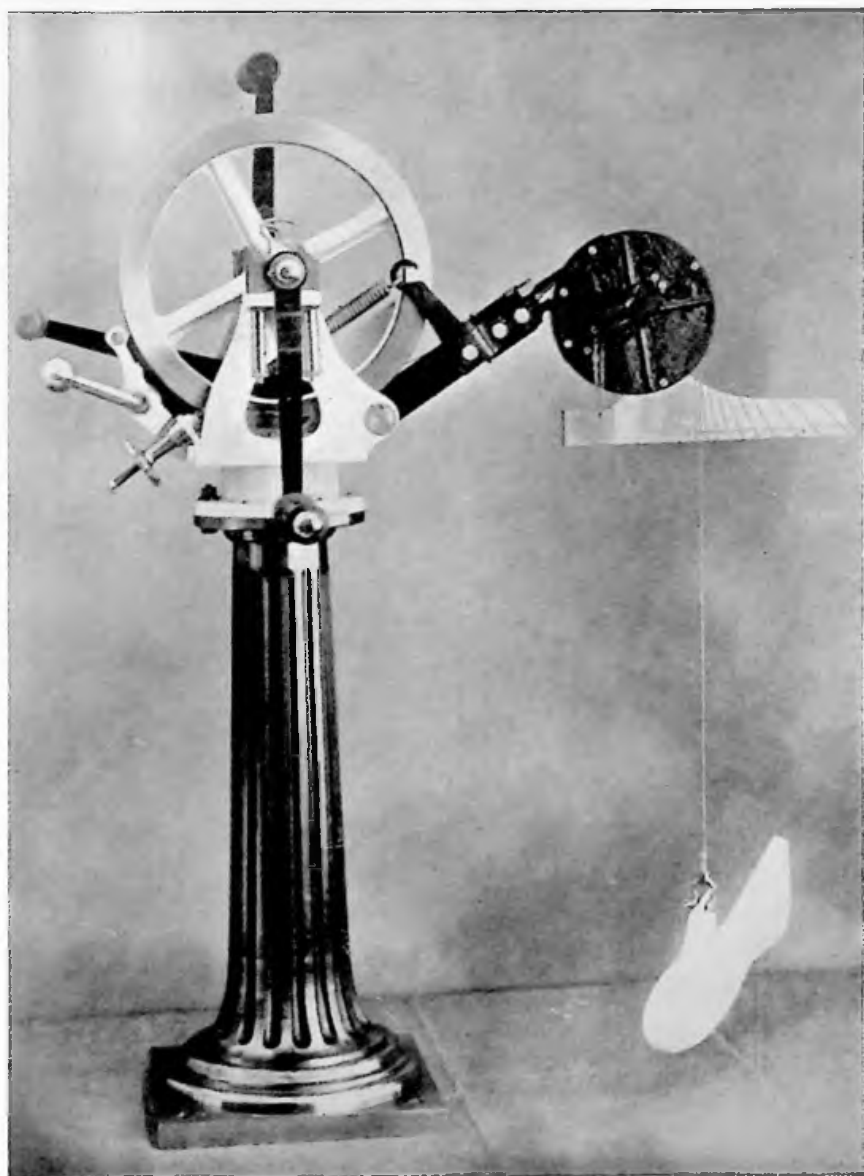
Jacobson stroommeter.



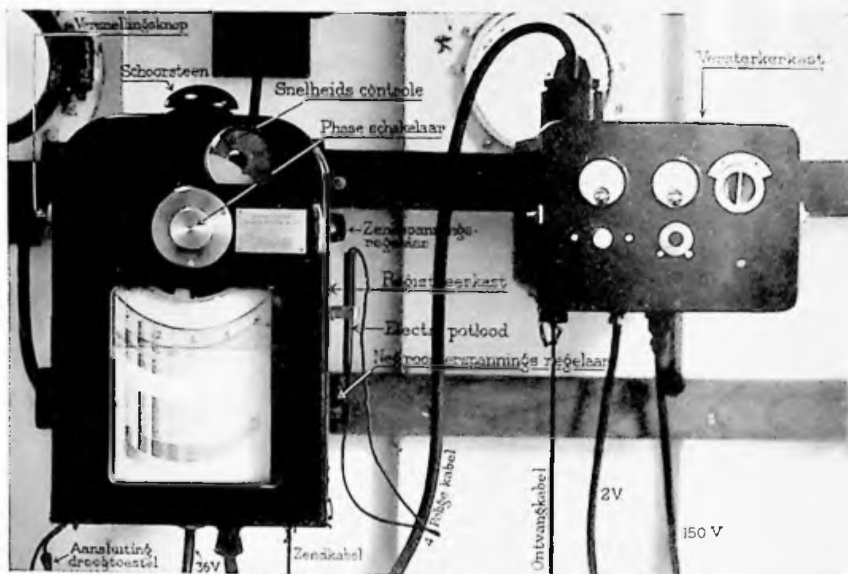
Traveller van het Douglas-Schäfertoestel, met lood en loodlijn. De klink is op het punt, losgeslagen te worden, waardoor het lood zal vallen.



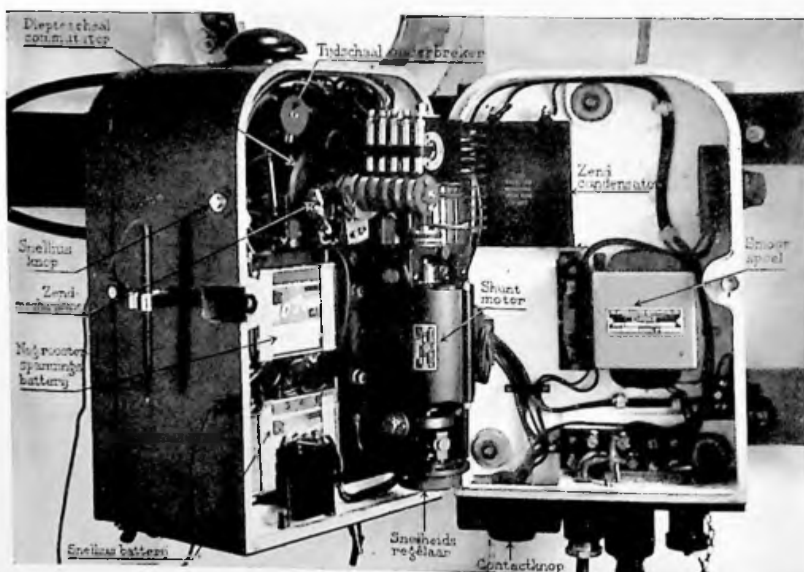
Ott stroommeter.



Italiaansch verbeterd type van het vischlood met windwerk.



Vóóraanzicht.

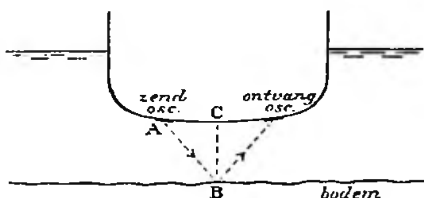


Hughes ondiepwater echolood MS XIV 1937 achteraanzicht met geopende registreerkast.

scheepvaart (welke slechts met ondiepwatertoestellen zijn uitgerust) kunnen worden aangelood, zijn de grootere diepten alleen van belang voor oceanografen en geologen. Alleen enkele opnemingsvaartuigen zijn met diepzeeloodingtoestellen uitgerust. Wat de ondiepwatertoestellen van opnemingsvaartuigen aangaat, verschillen deze in hoofdzaak van de toestellen aan boord van andere schepen slechts hierin, dat het registreerpapier sneller loopt en de profiellijn dus wat meer uitgerekt wordt en daardoor meer detail geeft.

De echoloodingtoestellen zelve zullen hier niet worden behandeld, een gedetailleerde beschrijving behoort tot den inventaris van ieder toestel, aan boord der opnemingsvaartuigen is een zeer goede beschrijving aanwezig; van de vakliteratuur is de International Hydrographic Review de uitvoerigste bron van inlichtingen omtrent alles wat er op dit gebied vervaardigd wordt. Hiernevens worden twee afbeeldingen van een ondiepwaterecholood gegeven, en op blz. 72 eu 73 een bladzijde uit een loodingregister en een bijbehoorende registreering. Op een dergelijke registreering behooren de volgende correcties te worden toegepast, alvorens met het minuutwerk kan worden begonnen:

a. correctie voor den afstand tusschen de oscillatoren, dus voor de fout, die ontstaat, als (op kleine diepte) de trillingen niet meer beschouwd mogen worden als te gaan recht naar beneden en weer verticaal naar boven; in bijgaande figuur is deze fout dus het verschil tusschen AB en CB.



Deze fout wordt uit een bij het toestel verstrekte grafiek gevonden, is onbelangrijk en wordt reeds spoedig nul;

b. nullijncorrectie. De foutieve stelling van de nullijn (meestal slechts 1 à 2 dm groot) moet nu en dan worden gecontrôleerd en kan meestal in het toestel worden gecorrigeerd. Zoo niet, dan wordt de correctie ervoor opgeteld bij de hieronder volgende correctie *c*;

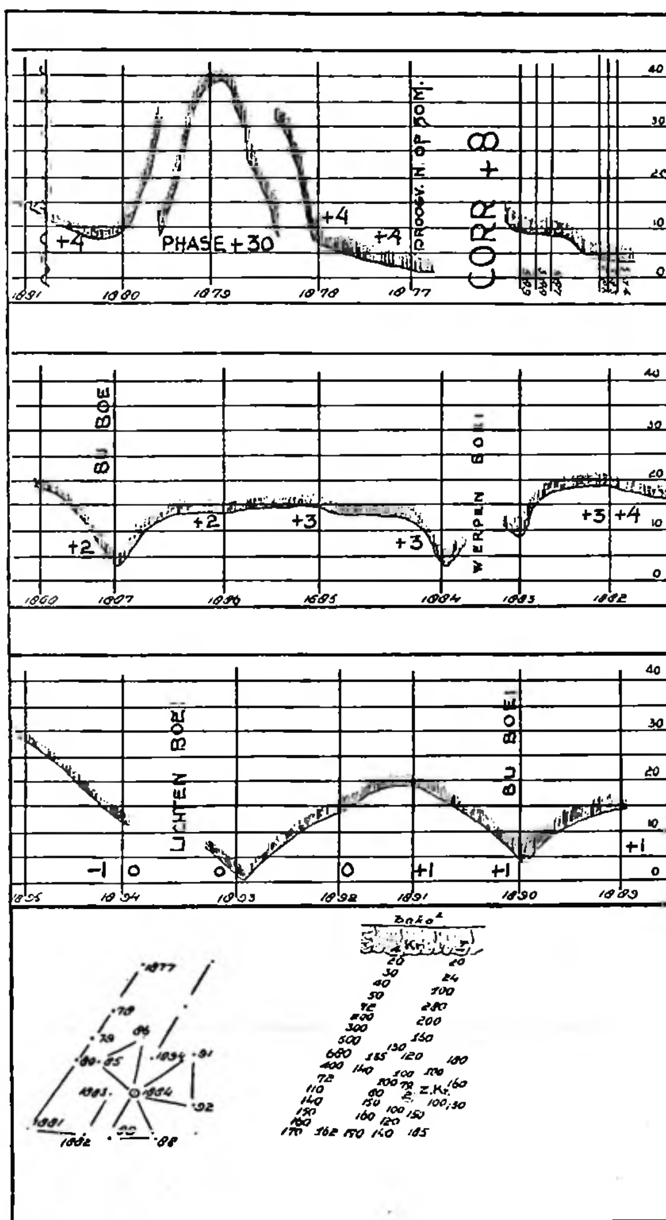
c. diepgangcorrectie. De afstand tusschen de oscillatoren en het zeeoppervlak moet worden opgeteld bij de geregistreerde diepte;

d. reductie voor de rijzing van het getij.

In bijgaande afbeelding van register en van de papierrol ziet men de correctie *c* (c.q. met correctie *b* vermeerderd) als **corr. + 8** aangegeven; correctie *d* is in het register aangeteekend als — 4, — 5, — 6, — 7. Op de papierrol wordt de *som* van al deze correcties aangeteekend, deze ziet men in de afbeelding der registreering langs de profiellijn staan: + 4, + 3, + 2, + 1, 0, — 1.

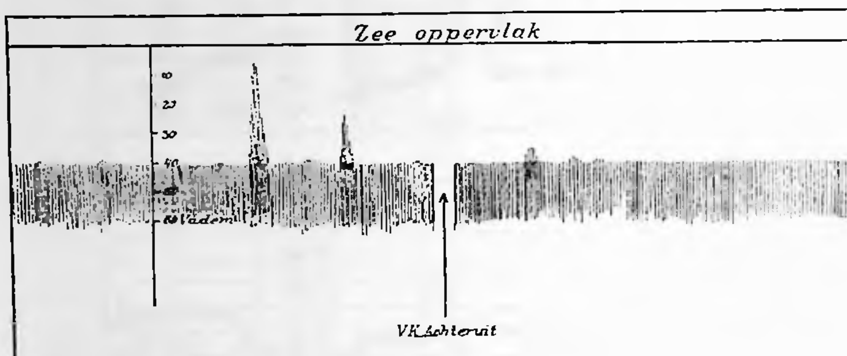
	Loodingstocht op Maandag 11 April 1938 door luits. t. zee Jansen en van Donk (motorsloep K) Echolood Nr 3		
	Terrein: Z. kant Mendarang tusschen baak Aap en baak Kat		
	Eerste Snelliusnr 1877		
	Opschrijver: Matr. Kok		
0610	Vertrekken van boord		
0710	Zetten echolood aan. Controleeren snelheid		
	Proefloodingen		
584	44 dm } slaggaard	CORR. +8	
585	45 .		
586	46 .		
587	9 meter } handlood		
588	9¾		
589	10½		
0720	Komen op slag		
1877 / 590	0730 // Aap = 102-04 Beest Cent = 54-09 droogvalling N op 60 M (Kr.) wal N op 100 M. (bako4) Koers 210	-4	
1878 / 591	0734 // = 100-52 = 53-10		
	geven phase +30		
1879 / 592	07.38 // = 98-02 = 51-58		
	phase 0		
1880 / 593	0741 // = 96-10 = 49-60		
594	abusievelijk ingedrukt		

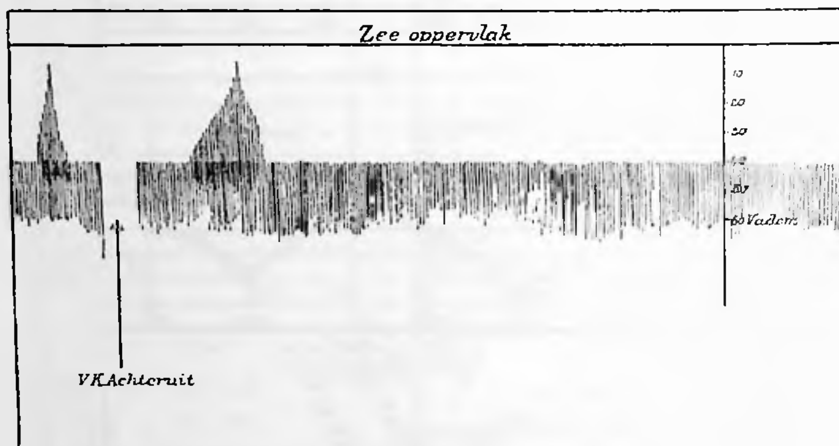
1881 / 595	0745 // = 94-02 = 47-40 Kr 100	-4	
1882 / 596	0749 // Beest Cent = 47-00 Dier = 31-12 Krs 30	-5	
1883 / 597	0756 // = 49-17 = 33-05 stoppen bij verkleuring		
	Werpen boei		
1884 / 598	0802 // Aap = 122-17 Cent = 34-19 Dier = 27-48 Eend Koers 300 Z.Kr.	7	2
1885 / 599	0805 // Cent 34-51 = ~~36-11~~ Dier = 27-00 Eend Koers 30		
1886 / 600	0808 // = 35-55 = 27-09 Koers boei	-6	
1887 / 601	0811 // bij Boei Koers 150		
1888 / 602	08.14 // = 33-50 = 28-12 Koers 260		
1889 / 603	0817 // = 35-00 = 27-30 Koers Boei	-7	
1890 / 604	0820 Bij Boei Koers 45		



PHASE +30
CORR +8
+4
40
30
20
10
0
1881
1880
1879
1878
1877
BIJ BOEI
WERPEN BOEI
+2
+3
+3 +4
1886
1887
1885
1884
1883
1882
LICHTEN BOEI
BIJ BOEI
-1
0
+1
1895
1894
1893
1892
1891
1890
1889
Z.Kr.

Indien de snelliuslijnen (de verticale lijnen in de registreering) door het toestel automatisch worden genummerd, zullen deze nummers meestal niet dezelfde zijn als op het constructieblad en heeft men alsdan in het register — zie de afbeelding — een dubbele nummering welke vóór het van boord gaan van de sloep moet worden geverifiëerd. Wordt er bij het toestel een electrisch





potlood verstrekt, dan nummert men de lijnen hiermede en benut dit potlood tevens voor het maken van andere gewenschte aanteekeningen op de rol. Hiertoe behoort in de eerste plaats het phaseeren.

Als een merkwaardig voorbeeld van „echoloodingen" kan het rapport worden vermeld van het Britsche opnemingsvaartuig Challenger, dat in 1933 stoomde in het Engelsche Kanaal. Het echolood gaf een vlakken bodem met

ongeveer 40 vadem diepte aan, toen plotseling de registreering opliep tot 5 vadem, zie afbeelding op blz. 74. Er werd achteruitgeslagen, en echolood zoowel als handlood wezen weer 40 vadem aan. De koers werd vervolgd en het zelfde feit kwam nog enkele malen voor. Men ziet echter in de registreering, dat behalve de ondiepten van 5 vadem de gelijkmatige profiellijn van $\pm$ 40 vadem ongestoord doorloopt.

De verklaring hiervan was, dat de ondiepten werden geregistreerd door echo's van een dichte school visschen onder het schip op ongeveer 5 vadem diepte. De school werd verschrikt en verspreidde zich als het schip stopte en achteruitsloeg en verzamelde zich weer onder het schip bij regelmatige vaart. De uitgezonden trillingen gingen echter ook door de school heen en registreerden dus tevens de werkelijke diepte. Slaat het schip achteruit, dan komen er luchtbellen onder de oscillators, hetgeen de registreering oogenblikkelijk onderbreekt.

Het echolood beteekent een grooten vooruitgang, vergeleken bij de vroegere methoden. Toch blijft ook deze methode, althans in rifachtig terrein en in ondoorzichtig water, zeer onvolledig wat betreft het opsporen van gevaren. Deze stelling behoeft, na hetgeen hierover reeds werd gezegd, geen nadere verklaring. Er is slechts één methode om een route, hetzij deze smal of breed is, betreffende gevaren volledig te kennen, en deze methode is:

Dreggen. Nu het algemeene beeld van den zeebodem en van de eilanden van den Archipel op goede wijze den zeeman in den vorm onzer zeekaarten ten dienste staat, is welhaast de belangrijkste taak van den hydrografischen dienst geworden, de groote scheepvaartroutes geheel veilig te stellen, en dit doel kan alleen door dreggen worden bereikt. Dit werk is zeer omslachtig en tijdroovend en het behoeft dus geen betoog, dat de af te dreggen strook niet breeder wordt genomen en ook niet dieper wordt afgedregd dan noodig is.

De U.S. Coast and Geodetic Survey [1]), gedwongen door de gevaarlijke toegangen tot de havens van Alaska, is reeds meer dan dertig jaren geleden begonnen met de dregmethode, zij het eerst op primitieve wijze, en later opklimmend tot steeds grootere volmaaktheid, zoodat zij mag genoemd worden de leermeesteres van allen, die thans het dreggen uitvoeren.

In Frankrijk is men eerst in 1923 ernstig met dezen arbeid begonnen. Het dramatische ongeluk met „la France", een der grootste en nieuwste slagschepen van Frankrijk, dat in de Passage de la Teignouse toegang gevende tot de Baie de Quiberon, een van de belangrijkste vaarwaters voor de Fransche

---

[1]) De C. & G. S. is belast met de opmetingen voor- en de verzorging en uitgave van alle topografische, hydrografische en aeronautische kaarten van de U.S. en hare kustzeeën. Het Hydrographic Officie, eveneens te Washington gevestigd is een geheel afzonderlijke organisatie, ressorteert onder Marine en heeft niets te maken met de C. and G. S.; zij geeft alleen zeekaarten uit van *vreemde* landen en zeeën, copiëert dus hoofdzakelijk. Deze dienst is echter ook belast met opneming van nabijliggende kusten en kustzeeën, waarvan de beheerende Staat „nog niet toe is aan Hydrografie", b.v. Venezuela e.a.

oorlogsvloot op een onbekenden steen stootte en oogenblikkelijk zonk, ontketende in Frankrijk een storm van verontwaardiging. „Dat zoo iets kon geschieden." En toen in de daarop volgende terechtzittingen, ter verdediging van den Hydrografischen Dienst het geval werd gesteld: „indien de zee de Place de la Concorde overspoelde, zou een opnemer dan de Obelisk aanlooden?" had daarop het antwoord kunnen zijn: „*hoogstwaarschijnlijk niet*, als de opnemer zijn arbeid blijft uitvoeren met loodwerpen (en ook niet, in den tegenwoordigen tijd, met het echolood), maar *hoogstwaarschijnlijk wel*, indien hij de belangrijke routes afdregt."

Na dit ongeval wordt ook in Frankrijk het dreggen deugdelijk uitgevoerd. In 1933 is men in Nederlandsch Indië met deze methode aangevangen en de daarbij gevolgde werkwijze, die hieronder beschreven zal worden is in hoofdzaak overgenomen van de methode van de Amerikaansche C. & G. S., aangevuld met de eigen praktijk der laatste jaren. [1])

De *dreg* bestaat uit een staaldraad, *bodemlijn* genoemd en uit verschillende onderdeelen, welke ten doel hebben deze bodemlijn op een bepaalde constante diepte te houden, wijzigingen hierin te kunnen aanbrengen i.v.m. de waterbeweging enz.

De dreg, welke door de dregbooten wordt gesleept, gaat in een bocht staan. Bij het „pikken "van de dreg komt er meer kracht op de bodemlijn, welke somtijds breekt. Meestentijds krijgt men aanwijzing door het balken van de boeitjes. Heeft de dreg op deze wijze een ondiepte gevonden, dan bepaalt de volgboot het minste water en neemt een plaatsbepaling. Vervolgens wordt getracht de dreg op te halen tot over de ondiepte, waarop gewoon doorgetrokken kan worden. Is zulks niet mogelijk, dan zal de dreg ingehaald dienen te worden en daarna opnieuw geschoten.

Onder normale omstandigheden legt de dreg gemiddeld 1½ mijl per uur door het water af.

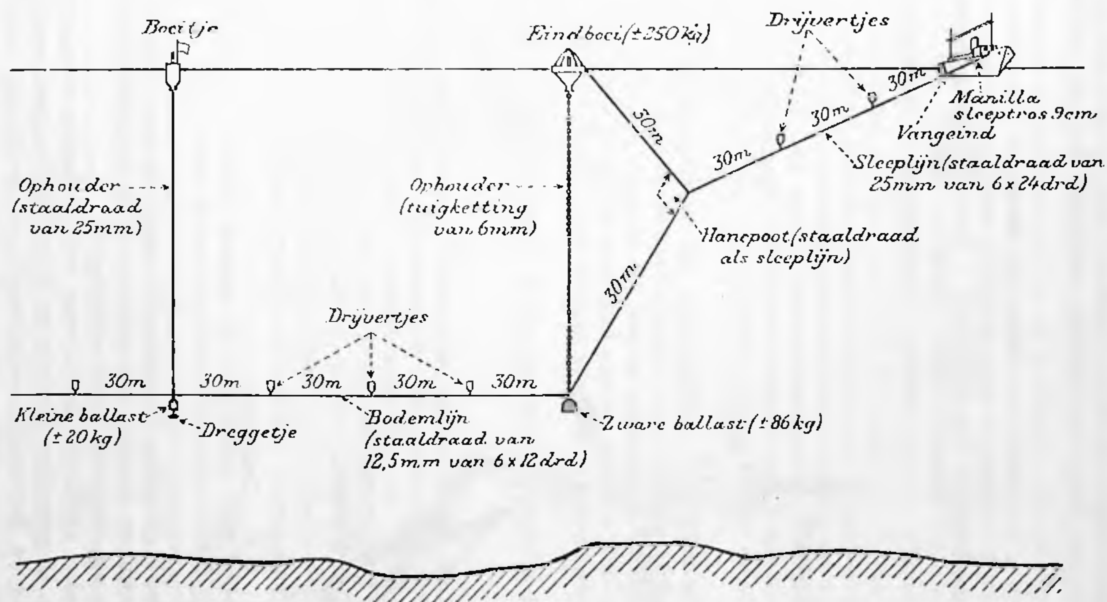
Inrichting dreg. Zie blz. 77. Alvorens te gaan dreggen, moet het dregmaterieel op de dregbooten daartoe gereedgemaakt worden.

De sterkte van de verschillende onderdeelen van het dregtuig is in hooge mate afhankelijk van de grootte der dregbooten. De na te noemen gegevens behooren bij het tuig, dat gebruikt wordt op de Dreg I en Dreg II, welke in 1937 toegevoegd waren aan Hr. Ms. „Willlebrord Snellius". Uitgegaan wordt van de veronderstelling, dat gedregd wordt met 2 dregbooten met de normale dreg van 1800 m lengte.

De dreg bestaat uit een staaldraad, bodemlijn genoemd, welke op elke gewenschte diepte met gewichten, *ballasten* genoemd, onder het wateroppervlak opgehangen kan worden aan daartoe bestemde *ophouders*, welke op hun beurt

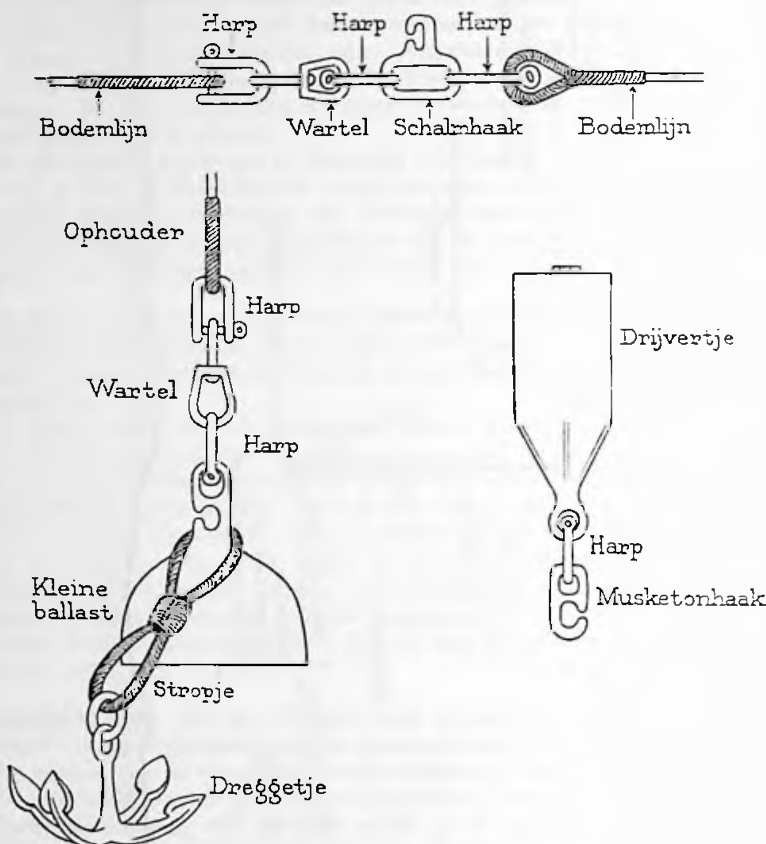
---

[1]) De Amerikaansche werkwijze is beschreven in special publication n°. 118 van de U. S. C. & G. S.: Construction and operation of the wire drag and sweep bij J. H. Hawley 1925.



Boeitje
Eindboei (±250 kg)
Drijvertjes
30m
Manilla sleeptros 9cm
Vangeind
30m
Sleeplijn (staaldraad van 25mm van 6 x 24 drd)
30m
30m
Ophouder (staaldraad van 25mm)
Ophouder (tuigketting van 6mm)
Hanepoot (staaldraad als sleeplijn)
30m
Drijvertjes
30m
30m
30m
30m
30m
Kleine ballast (± 20 kg)
Dreggetje
Bodemlijn (staaldraad van 12,5 mm van 6 x 12 drd)
Zware ballast (± 86 kg)

bevestigd zijn aan boeien, die op het zeeoppervlak drijven. De *bodemlijn* bestaat uit grondlijnen van 30 m staaldraad van 12,5 mm, aan beide einden voorzien van een harp en onderling verbonden door een schalmhaak en wartel.



Aan de beide uiteinden der bodemlijn wordt een *zware ballast* (± 80 kg) bevestigd, terwijl om de 120 m (4 stukken van 30 m) een *kleine ballast* (± 20 kg) voorzien van een dreggetje wordt aangehaakt.

De *ophouders* verbinden de ballasten met de boeien en zijn verdeeld in halve meters. De ophouder, die door een buis in de boei gaat, loopt vervolgens over een aan de bovenzijde aangebrachte rol, welke door middel van een zwengel gedraaid kan worden. Hiermede wordt de gewenschte afstelling verkregen, waarna een pin of pal voor borg dienst doet.

IJzeren drijvertjes met oog worden met musketonhaken ingepikt op de verbindingspunten der grondlijnen, voor zoover ter plaatse geen ophouder aanwezig is. Tusschen 2 ballasten bevinden zich dus doorgaans 3 drijvers, welke dienen om bij eventueel loos in de bodemlijn, deze plaatselijk te doen opdrijven, zoodat niet de geheele lijn op den zeebodem komt te liggen. Bovendien wordt bereikt, dat tijdens het dreggen de bodemlijn tusschen twee ophouders minder doorzakt.

De *sleeplijn* is staaldraad van 25 mm. Deze bestaat uit 3 stukken van 30 m, op de 2 verbindingspunten voorzien van een drijvertje. Het ééne uiteinde wordt door middel van een harp en wartel bevestigd aan de manillasleeptros welke op een bolder vóór op de dregboot belegd is en wel aan die zijde, waar de dreg uitstaat. Voor het manoeuvreeren wordt achteruit nog een vangeind rond de sleeplijn genomen, die men al naar omstandigheden doorhaalt of bijviert.

Het andere uiteinde gaat over in een hanepoot met 2 spruiten van 30 m, welke bevestigd worden resp. aan de zware ballast en aan één der oogen op de eindboei.

Op alle verbindingspunten zijn schalmhaken en wartels aanwezig.

De *testketting* dient voor het controleeren van de juiste afstelling van de dreg met behulp van de volgboot. Zij bestaat uit een stuk hondenketting van ± 25 m lengte. Deze ketting is bevestigd aan een koperen staaf met bolletje. Vanaf het bolletje gerekend is de ketting verdeeld in halve meters. Zie foto's tusschen blz. 86 en 87.

De *rol* op de dregboot bestaat uit 2 trommels resp. voor de bodemlijn en voor de sleeplijn.

Dreggen met 2 dregbooten. *Voorbereidingen voor een dregtocht.* De normale bezetting van een dregboot, officieren niet meegerekend, is 8 matrozen voor behandeling van het dregtuig, 1 matroos-opschrijver en 1 motorist. Bij eenvoudig werk kan volstaan worden met 1 officier per dregboot en 1 officier beschikbaar voor de volgboot, teneinde, bij eventueel pikken, de dreg te klaren, voorloopig het minste water te zoeken en de plaats van de ondiepte vast te leggen. In de volgboot bevinden zich verder 1 roerganger, 2 matrozen en 1 motorist.

Vóór vertrek van boord moeten de dregbladen voor beide dregbooten gereed zijn. De schaal dezer bladen zal afhankelijk zijn van terreinomstandigheden. Over het algemeen wordt voor schaal 1 : 20 000 of grooter gerekend, dat de strooken een overlap moeten hebben ongeveer ter breedte van 1 sectie (120 m); met vrijwel rechte lijnen kan een tijdelijke vermindering hiervan tot de helft nog aanvaard worden, doch alle smallere overlappen zijn twijfelachtig. Voor werk op schaal 1 : 40 000 en 1 : 50 000 moet men deze overlappen met 25 tot 50 procent vermeerderen. Bij minder goede plaatsbepaling of bij gebruik van drijfbakens gebruikt men nog grootere overlappen. Een kleinere schaal dan 1 : 75 000 wordt ontraden wegens het onduidelijk worden van het constructieblad.

Rekening houdende met stroom en wind moeten de af te dreggen strooken te voren geprojecteerd worden, daarbij de door beide dregbooten te volgen route aangevende.

In verband met de strookbreedte moet het aantal te schieten boeitjes bepaald worden. De bocht in de dreg is oorzaak dat de breedte van de strook ongeveer gelijk wordt aan de totale bodemlijn verminderd met 15 %.

De dieptestelling der boeitjes wordt vastgesteld op de gewenschte (gereduceerde) diepte, waarop gedregd moet worden, vermeerderd met de reductie benevens 50 cm voor de lift. Tegen stroom of dwars op den stroom dreggen wordt ontraden aangezien het weinig resultaat oplevert. Men rekene dan ook op meer lift. Zulks is ook het geval bij hard trekken door de dregbooten. De mate van lift wordt door testen bepaald.

Het verdient over het algemeen aanbeveling een af te dreggen gebied eerst op te looden, teneinde een redelijke waarborg te hebben voor succesvollen arbeid.

Men houde met de plaats van schieten rekening met den stroom, opdat geen hiaten ontstaan, welke later weer opgevuld moet worden. Over het algemeen zal de geheele dreg geschoten moeten zijn, voordat de geprojecteerde strook bereikt is.

Schieten van de dreg. Op weg naar het terrein van dreggen worden de boeitjes afgesteld op de bepaalde diepte.

In verband met de door beide dregbooten af te leggen route beslist de leider van den tocht waar geschoten zal worden. Ter plaatse aangekomen, gaat hij den koers, waarin geschoten zal worden, voorliggen en laat 2 ballen hijschen. De tweede dregboot nadert dan in tegenkoers voor het overnemen en aanhaken van de bodemlijn, waarop de booten gelijktijdig de halve dreg schieten.

Als regel stoomen hierbij beide booten met geringe vaart een koers loodrecht op de af te dreggen strook. De dreg wordt gestrekt geschoten, teneinde onklaar raken te voorkomen. Bij regelmatig schieten komen beide booten even over hun slag heen.

Bij het uitloopen van de bodemlijn behandelt 1 man de rol, waarop bodemlijn en sleeplijn bevestigd zijn. Meestal zullen bij het uitloopen 2 man de bodemlijn van de rol moeten trekken, terwijl in het begin afdraaien met den zwengel zelfs noodig kan zijn. De snelheid van uitloopen en de vaart van de dregboot, welke laatste varieert van zeer langzaam tot langzaam, is afhankelijk van de geoefendheid van het personeel voor het aanhaken van ballasten met dreggetjes, drijvertjes, ophouders enz. In ieder geval moet men zorgen niet te veel vaart te loopen als de kleine ballasten bevestigd moeten worden, daar anders de bodemlijn stijf komt en de rem op de rol de bodemlijn niet meer houden kan. Zijn de ballast met het dreggetje en de ophouder bevestigd, dan laat men de lijn weer uitloopen, waarna het boeitje vanzelf volgt.

Het verdient aanbeveling steeds, nadat de ballast van boord is, drie drijvertjes gereed te leggen, opdat geen vergissingen ontstaan.

Men controleert tevens bij het uitloopen of alle harpen vastzitten en zet de harpen van de ballasten met een pin aan.

Is de geheele bodemlijn geschoten, dan moet de boot gestopt liggen voor bevestiging van de zware ballast aan den laatsten schalmhaak. Tevens moet hieraan bevestigd worden 1 spruit van de sleeplijn en de ophouder van de eindboei.

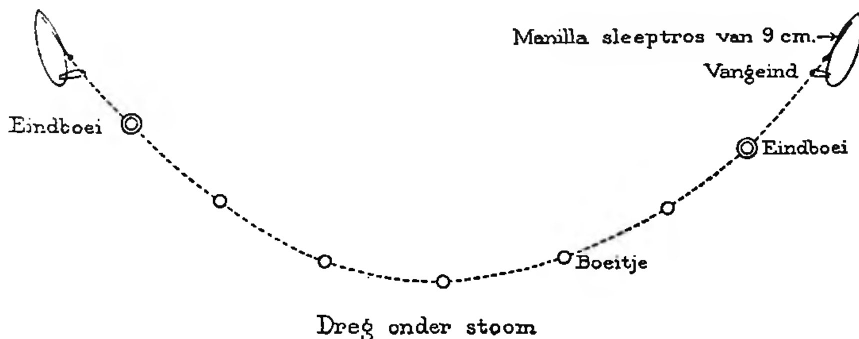
Vaak is de sleeplijn reeds verbonden aan de bodemlijn, indien deze bij indraaien voor tijdsbesparing niet ontsloten is. Dit kan echter leiden tot oponthoud, indien een volgende keer met een korte lijn gedregd wordt, aangezien ontsluiting slechts mogelijk is, indien de geheele bodemlijn afgewonden is.

Aan de eindboei, die in een strop aan den davit hangt, wordt de tweede spruit van de sleeplijn bevestigd. Nadat de zware ballast overboord is gezet, laat men de rem langzaam slieren, daarbij eenige vaart loopende met de dregboot. Komt de ophouder stijf, dan snijdt men den strop, en de eindboei valt te water. Door de vaart blijven eventueele losse einden vrij van de schroef.

De twee spruiten worden verbonden aan de sleeplijn, waardoor een hanepoot gevormd wordt en de eindboei rechtstandig door het water wordt gesleept. De sleeplijn wordt verder geschoten, voorzien van drijvers, zie blz. 77, en ten slotte met een harp aangesloten op de sleeptros, welke binnenboord rond een bolder belegd is.

Achter op de dregboot zet men nog een vangeind rond de sleeplijn teneinde het manoeuvreeren te vergemakkelijken.

Staat de sleeper, dan draait men als regel ± 5 streken naar den slag en hijscht de roode vlag, d.w.z. „eindboei te water, gereed om te trekken". Bij het te water gaan van de eindboei, wordt een plaatsbepaling genomen.



Dreg onder stoom

Dreggen. Tijdens het dreggen tracht elke boot haar geprojecteerde route te volgen. De rechte verbindingslijn der twee eindboeien wordt als begingrens van de dregstrook geconstrueerd, tenzij in een bocht geschoten is, in welk geval bij meerdere boeitjes een plaatsbepaling genomen moet worden.

Bij het sleepen met weinig stroom zullen de booten 2 à 3 streken moeten uitsturen; bij veel stroom kan zulks aanzienlijk meer zijn. Ervaring is noodig voor de gunstigste koers en vaart. Te groote vaart doet de eindboei balken of onder water trekken, veroorzaakt abnormale lift en kan zelfs de bodemlijn doen breken, zoodat onverwijld vaart minderen noodzakelijk is. Een vaart van 1½ mijl per uur door het water kan als gemiddelde aangenomen worden onder normale omstandigheden.

De plaatsbepaling is als tijdens loodingtochten. Elke dregboot houdt haar eigen plaats bij, daarbij tevens haar eindboei en de andere dregboot snijdende. Immers de plaats van de eindboei is het einde der dreg, welke boei zich op ± 120 m van de dregboot bevindt. Vanuit de plaats van de dregboot worden richting en afstand van de eindboei afgezet voor constructie van de dregstrook.

Het snijden van de andere dregboot is voor contrôle van den onderlingen stand t.o.v. de af te dreggen strook. Het voordeeligste trekt men dwars van elkaar. De dreg staat uit in een bocht, doch men moet zorgen er geen „zak" in te krijgen.

Voor communicatie zijn enkele seinen afgesproken, terwijl tevens beide dregbooten en de volgboot voorzien zijn van een eenvoudig radio-telefonietoestel.

Een uitkijk op de tent waarschuwt van seinen op één der booten en van het balken van boeitjes, die voor duidelijkheid nog voorzien zijn van een klein vlaggetje. Pikt namelijk de dreg, dan kan dit tot gevolg hebben, dat er loos komt in den ophouder, waarop het boeitje kantelt.

Zooals reeds vermeld, veroorzaakt het sleepen een bepaalde lift in de bodemlijn, welke afhankelijk is van omstandigheden, doch zelden meer bedraagt dan 50 cm. Aangezien de diepte, waarop afgedregd is, hiervan afhankelijk is, wordt door de volgboot getest. De boot gaat voor de dreg liggen ongeveer midden tusschen twee boeitjes, men laat de testketting neer tot iets meer dan de afgestelde diepte en wacht tot de bodemlijn tegen de ketting komt. Alsdan wordt de testketting omhoog getrokken en afgelezen op het oogenblik dat het bolletje vrij komt van de bodemlijn. Hierbij wordt tevens de tijd genoteerd. Daarna verstoomt de volgboot naar de volgende sectie en op deze wijze wordt de geheele dreg getest. Eén en ander vindt plaats zoodra getrokken wordt en de dreg den normalen vorm heeft aangenomen. Aangezien verschillende factoren van invloed zijn op de lift, b.v. de hoek tusschen stroomrichting en koers, de kracht van den stroom enz., moet het testen meerdere malen plaats vinden. Testen vindt ook immer plaats, nadat de dreg, na gepikt te hebben, is losgetrokken. Mogelijk is een drijver losgeraakt, waardoor de bodemlijn ter plaatse zou doorzakken.

Het pikken van de dreg. Voorstrooms dreggende is de wijze, waarop het pikken van de bodemlijn bemerkt wordt, afhankelijk van den aard der ondiepte. Grondsoort en terreinhelling spelen hierbij een belangrijke rol. Pikt b.v. een bodemlijn achter een steilen piek van steengrond, dan zal de voortgang der dregbooten belemmerd worden, zoodat zij naar elkander toezwaaien, terwijl de dreg in een punt komt te staan, die de plaats van de ondiepte aangeeft. Mogelijk zullen boeien onder water getrokken worden, terwijl er ook kans bestaat op het breken van de bodemlijn. Zachtere grondsoorten, zooals zand en modder, zullen den voortgang niet belemmeren, doch wel vertragen, vooral als men te doen heeft met een rug, die min of meer glooiend oploopt. Dergelijke terreinen vereischen een kalme zee, teneinde het kantelen der boeitjes (als gevolg van het oploopen van de ballast, dus loos komen in den ophouder,) op te merken, terwijl een zeer scherpe uitkijk alsdan noodzakelijk is. Eventueel zullen meer boeitjes gebruikt worden, terwijl een kortere dreg, teneinde het geheel goed te kunnen overzien, aanbeveling verdient. Elke aanwijzing van vermeend tijdelijk vastloopen moet echter zoo nauwkeurig nogelijk genoteerd worden en later eventueel met een korte dreg herzien worden.

Heeft men bemerkt, dat de dreg gepikt heeft, dan waarschuwt men de andere dregboot. Beide dregbooten stoppen, blijven zooveel mogelijk op hun plaats en nemen een eindsnellius, snijden hun eindboei benevens de boei bij de ondiepte en noteeren het nummer hiervan. De volgboot gaat naar de ondiepte, zoekt zoo goed mogelijk het minste water en neemt een plaatsbepaling (meerdere hoeken). Naar aanleiding van de binnenkomende berichten betreffende den aard der ondiepte, zal de leider beslissen welke handelwijze gevolgd zal worden. In ieder geval moet, rekening houdende met het minst gevonden water, de ondiepte later wederom afgedregd worden. Heeft men met een kleine bodemverheffing te maken, dan kan veelal de volgboot de dreg ter plaatse over het gevaar heen lichten en kan daarna doorgedregd worden. Een visch-dreggetje, voor het ter plaatse ophalen van de bodemlijn, kan hierbij vaak goede diensten bewijzen. Indien men voorstrooms dregt, dan zal inmiddels langzaam in tegengestelde koers getrokken moeten worden, teneinde de dreg op te houden, waartoe de sleeper over de andere boeg genomen moet worden. Voor klaren van de bodemlijn zal zoo noodig door meegeven loos gegeven moeten worden. Handige en geoefende officieren en bedieningspersoneel zijn hiervoor noodig, daar anders breken van de bodemlijn het gevolg kan zijn.

Loopt de geheele dreg min of meer vast, dan is indraaien na voorzichtig teruggetrokken te hebben nog niet noodzakelijk. De volgboot kan bij alle boeitjes de bodemlijn gedeeltelijk opdraaien, terwijl de dregbooten afhankelijk van den stroom gestopt liggen, ophouden of eventueel, zoo de diepte zulks toelaat, ten anker gaan.

Ten slotte kan de geheele dreg ingedraaid worden en opnieuw geschoten worden.

In elk geval zorgt men steeds de noodige gegevens te hebben voor constructie van de dregstrook,benevens de juiste diepte waarop afgedregd is.

Bij het breken van de bodemlijn moet, tenzij zulks dadelijk ontdekt is en hersteld kan worden, immer ingedraaid worden en opnieuw geschoten. Opgemerkt zij, dat het breken niet altijd het bewijs is voor een ondiepte. Het losraken van één der verbindingen, slijtage, te hard trekken waardoor een slechte plek zich begeeft, kunnen onder meer hiervan oorzaak zijn. Bij opnieuw schieten zorgt men voor een ruime overlap en tijdig testen.

Loopt de dregstrook langs een ondieper gedeelte, dan doet men goed met van tijd tot tijd te laten looden, eventueel door de volgboot, teneinde onnoodig vastloopen te voorkomen.

Tenslotte zij opgemerkt, dat men voor zekerheid de diepteafstelling van twee opvolgende ophouders geen grooter verschil geeft dan 2½ % van de lengte der sectie. Bovendien wordt ontraden de afstelling der ophouders zoodanig te maken, dat men één of meer diepere secties heeft tusschen twee secties die oploopen naar kleiner diepteafstelling.

Het indraaien van de dreg. Nadat beide booten op sein gelijktijdig de laatste plaatsbepaling genomen hebben, daarbij het middelste boeitje snijdende om den stand van de dreg te kunnen teekenen, wordt aangevangen met indraaien.

Daartoe wordt het vangeind losgenomen en draait men de dregboot rond tot de eindboei op den boeg komt. De sleeplijn wordt rond den voorsteven genomen en door de dreggoot naar de rol geleid.

Intusschen gaat de volgboot naar het midden van de dreg, haalt met een vischdreggetje de bodemlijn op, ontsluit deze en plaatst op beide einden een joontje.

Zoodra de sleeplijn aan boord op de rol bevestigd is, wordt deze ingedraaid. De vaart van de boot wordt zoodanig geregeld, dat de lijn niet achteruit komt te wijzen. Tijdens het indraaien bevindt zich een man bij de dreggoot, welke voorzien is van een beugel wegens het opslaan der drijvertjes. Teneinde dit opslaan niet te krachtig te doen plaats hebben, roept deze man, als een drijvertje nadert, tijdig stop. Ligt het drijvertje in de goot, dan wordt het ontsloten en kan verder doorgedraaid worden. Het drijvertje wordt op lek zijn gecontrôleerd. Bij de eindboei gekomen moet de lier eventueel anders gekoppeld worden, om de zware ballast binnen boord te krijgen. Is deze aan dek, dan worden ballast en ophouder ontsloten. De boei wordt aan de andere zijde, dan waar de dreggoot is, bij den boeg bijgebonden. Nadat de ophouder nagenoeg geheel binnen boord gehaald is, wordt de boei naar achteren gebracht en met het takel geheschen.

De kleine boeitjes worden op gelijke wijze behandeld, echter worden deze binnenboord gewipt.

Bij het indraaien wordt koers gezet van boei op boei teneinde de bodemlijn te volgen.

De bodemlijn wordt met een lap, welke tevens dienst doet voor afdrogen, op de rol geleid. De rol wordt geheel met consistentvet bestreken. Nadat alles binnenboord is, wordt weer klaargemaakt voor schieten.

Communicatie en seinen. Tijdens het dreggen voeren de dregbooten 2 zwarte ballen en een roode vlag, terwijl de volgboot slechts een roode vlag toont. Eén en ander is officiëel vastgesteld en aan de scheepvaart bekend gemaakt.

De drie booten zijn voorzien van een eenvoudig te behandelen radiotelefonie toestel, terwijl zoo noodig seinen te voren afgesproken kunnen worden.

Een voorbeeld van bestaande seinen vindt men in onderstaande tabel.

Sein	Beteekenis	Contrasein
Door dregboot		
2 ballen op	Gereed voor schieten, andere dregboot naderbij komen voor overnemen bodemlijn	2 ballen op
Roode vlag op	Eindboei te water, gereed om te trekken	
2 ballen neer	Gereed houden voor eindsnellius	2 ballen neer
Roode vlag neer	Eindsnellius nemen, indraaien	Roode vlag neer
Kegel op	Wensch radioverbinding met andere dregboot	Kegel op
Kegel neer	Radioverbinding eindigen	Kegel neer
Cylinder op	Wensch radioverbinding met volgboot	Kegel op
Cylinder neer	Radioverbinding eindigen	Kegel neer
Blauwe vlag	Volgboot bij dregboot komen	Blauwe vlag
Door volgboot		
Witte vlag	Wensch radioverbinding met Dreg I	Cylinder op
Blauwe vlag	Wensch radioverbinding met Dreg II	Cylinder op
Blauwe of witte vlag neer	Radioverbinding eindigen	Cylinder neer

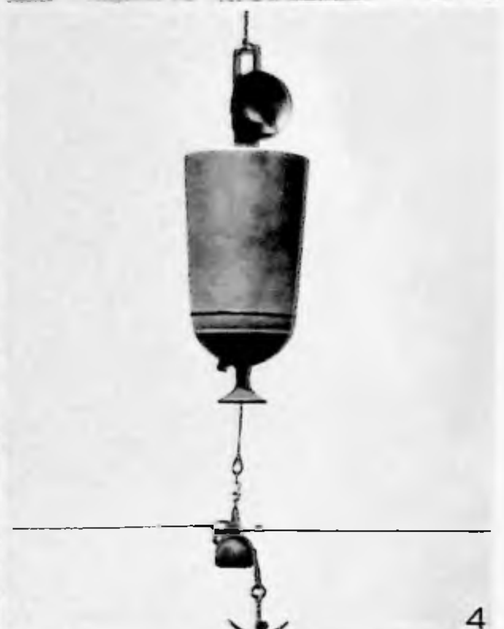
Uitrusting dregboot. Het navolgende kan ongeveer als verstrekking dienen voor 1 dregboot, indien gewerkt zal worden met 2 booten met een dreg van 1800 m lengte. Daar echter het verbruik van verschillende onderdeelen o.a. afhangt van den aard van het terrein (grondsoort, kans op pikken enz.) en tevens de mogelijkheid van eventueel opzenden van benoodigde artikelen een belangrijke factor is, geve men zich, vóór het vertrek naar het terrein, van één en ander terdege rekenschap. Een groote reservevoorraad kan nooit kwaad.

Benaming	Hoofdstuk en nummer M.I.	Aantal	Reserve voor 1 opnametorn
Eindboeien (gewicht ± 250 kg)	—	1 st.	1 st. (per 2 booten)
Zwengels voor opdraaien van de eindboeien	—	2 st.	1 st.
Kleine boeitjes (gewicht ± 50 kg)	—	7 st.	2 st.
Zwengels voor opdraaien van de kleine boeitjes	—	4 st.	2 st.
Joontjes	—	1 st.	1 st. (per 2 booten)
Drijvertjes (ijzeren met oog)	—	26 st.	10 st.
Zware ballast (looden, van ± 86 kg) . .	—	1 st.	2 st.
Kleine ballast (looden, van ± 21 kg) . .	—	7 st.	4 st.
Dreggetjes	—	7 st.	4 st.
Test-staven	—	2 st.	2 st.
Staaldraad v. 6 × 24 draad van 25 mm (sleeplijn, hanepoot en ophouders) . . .	—	7 × 20 m + 5 × 30 m = 290 m	300 m
Staaldraad v. 6 × 12 draad van 12,5 mm (bodemlijnen)	—	30 × 30 m = 900 m	1000 m
Tuigketting van 6 mm (ophouders eindboei)	—	20 m	40 m
Hondenketting (testketting)	—	2 × 25 m = 50 m	50 m
Manillatros van 7 cm (sleeptros)	—	10 m	10 m
Manillatros van 5 cm (vangeind)	—	7 m	7 m
Groote wartels voor sleeplijn, uanepoot, ophouders zware ballast	—	6 st.	4 st.
Kleine wartels voor bodemlijn, ophouders kleine ballast	—	38 st.	20 st.
Harpen, gegalv. ijz. VII	B 16—264	53 st.	30 st.
Harpen, gegalv. ijz. VIII	B 16—265	125 st.	100 st.
Kousen, ongewelde XI	B 16—340	17 st.	20 st.
Kousen, ongewelde XII	B 16—341	60 st.	60 st.
Groote schalmhaken	—	4 st.	4 st.
Kleine schalmhaken	—	30 st.	20 st.
Muskotonhaken	—	26 st.	20 st.
Harpen en kousen van verschillende grootte		N.	
		Verbruik per opnametorn	
Consistentvet	B 15—120	50 kg	
Lijnolie gekookte	A 21— 92	25 kg	
Marllijn geteerd	B 01—326	10 str.	
Witwerk geplozen	A 18—544	10 kg	
Oud zeildoek	—	10 kg	
Leer (voor merken)	—	1 kg	















1. Eindboei, tijdens het dreggen.
2. Boeitjes met dreggetjes.
3. Achterdek dregboot. Zeven boeitjes met dreggetjes.
4. Boeitje tijdens het dreggen.
5. De achtergoot. Een drijvertje wordt aangepikt.
6. Hijschen van de eindboei.
7. De rol met bodemlijn tijdens het schieten. In zee twee boeitjes.















1. Dregboot. Zware ballast wordt binnenboord gehaald. De eindboei wordt langs B.B.zijde naar achteren gebracht.
2. Het hijschen van de eindboei a/b van de dregboot.
3. „Op slag". Roode vlag, èn twee ballen.
4. Het afpikken der drijvertjes in de dreggoot.
5. Klaar om te testen.
6. Het indraaien en invetten van de bodemlijn.















1. Volgsloep. Dit is een motorsloep met antenne voor de radiotelefonie.
2. Een handlooder a/b Hydrograaf, Nederland. Er is geen inhaler, de looder zelf haalt in, blijft met zijn rug naar voren staan en werpt het lood dus achteruit.
3. De dregflotille op weg naar het terrein.
4. Snelliusmeten op de brug van de Hydrograaf. De gezagvoerder en de jongste cartograaf.















1. Het neerlaten van de registreerende peilschaal.
2. In de teekenkamer. Constructiewerk.
3. 45 jaren cartograaf. Still going strong.
4. Klaar om het triangulatiesein op te hijschen!
5. De bodemlijn is zooeven overgenomen en men begint de dreg te schieten.
6. Victalieeren!

7. Een nuttig en leelijk vaartuig. Motorvlet met echolood van de Hydrograaf, Nederland. De buizen met zend en ontvang-oscillator ziet men aan S.B. in het water steken. De kabels welke naar de registreerkast voeren, zijn aan den bovenkant der buizen te zien. De oscillatoren steken ongeveer 5 dm onder water.

Dreggen met schip en 2 dregbooten. Gebruik van het schip voor dregwerk zal slechts plaats vinden, indien men beschikt over een voldoend aantal geoefende officieren. Bovendien moet het personeel alleszins bekwaam zijn voor zijn taak.

Voorts wordt het schip niet gebruikt, indien pikken van de dreg te verwachten is. Mocht zulks onverhoopt toch gebeuren, dan gooit het schip alles los en wacht tot alles geklaard is. Breken van de bodemlijn bij het pikken is nagenoeg zeker.

Bij het navolgende wordt uitgegaan van de veronderstelling, dat de dregbooten zich aan weerszijden van het schip bevinden.

Voorbereidingen. Slechts het schip behoeft voorzien te zijn van een dregblad, aangezien dit zorgt voor de plaatsbepaling. Bij het projecteeren van de dregstrook geeft men de drie te volgen routen aan.

Indien de kompassen op de dregbooten minder betrouwbaar zijn, wordt de ra of een horizontaal ± 10 m lange op te hangen bamboe aan beide uiteinden voorzien van een merkteeken, bij voorkeur van verschillenden vorm. Het geheel moet loodrecht op de richting der dregstrook gebrast kunnen worden.

Een radio-telefonietoestel wordt op de brug gezet. Het verdient aanbeveling hiervoor niet het toestel van de volgboot in gebruik te nemen.

De optische seinmiddelen worden klaar gehouden.

Een eindboei wordt achteruit buitenboord aan een snijstrop opgehangen. De ophouderketting, afgesteld op diepte en voorzien van de zware ballast, ligt geheel klaar om uit te loopen.

De hanepoot en sleeplijn worden op de gewone wijze bevestigd, doch de twee drijvertjes worden *niet* aangebracht.

Achteruit worden voor en achter de schroef van het schip bij de verschansing twee snijstropjes aangebracht, waardoorheen de sleeplijn buiten alles om, vrij van het water, naar voren geleid wordt om tenslotte ter hoogte van het draaipunt van het schip tijdelijk binnenboord vastgezet te worden. Met het kiezen van de zijde waaraan de sleeplijn naar voren gebracht wordt, houde men rekening met de later uit te voeren manoeuvre tijdens het schieten van de dreg, waarbij de wind een belangrijke rol kan spelen.

Op de zware ballast worden bovendien 2 bodemlijnen bevestigd, elk bestaande uit 3 grondlijnen lang 30 m en voorzien van 2 drijvertjes. Deze bodemlijnen worden aan SB. en BB. achteruit opgeschoten, gereed om afgegeven te worden aan de dregbooten.

Tevens wordt op den bak de broeking klaar gelegd. Deze bestaat uit 2 stukken staaldraad van 57 mm, verbonden door een harp, waaraan met een strop een lood van 6 kg bevestigd is. Aan beide uiteinden is de broeking voorzien van oogsplitsen, waarop de doorhalers (manilla tros van 8 cm) met harpen bevestigd zijn.

Op de dregbooten zijn de voorbereidingen nagenoeg gelijk als bij het dreggen met 2 dregbooten. Behalve de eindboei zijn nog n kleine boeitjes op diepte

afgesteld. Men heeft dan 4n + 2 grondlijnen van 30 m lengte noodig. Aangezien de opzet van deze werkwijze is om in een bepaalden tijd breedere strooken af te dreggen en het schieten slechts plaats vindt vanaf de dregbooten, zullen de aldaar opgestelde rollen hierop berekend moeten zijn.

Schieten van de dreg. Ter plaatse aangekomen worden bij voorkeur 2 motorsloepen als volgboot gestreken. De machine is gestopt en de schroef mag onder geen voorwaarde meer draaien.

De broeking wordt op overeenkomstige wijze als de grondketting van een reddingmat omgenomen en naar achteren gebracht. Ter hoogte van het draaipunt van het schip gekomen wordt de broeking doorgehaald naar die zijde waar de sleeplijn zich bevindt, welke laatste met een harp wordt aangesloten op de verbindingsharp der broeking. Vervolgens wordt de broeking naar de andere zijde doorgehaald, totdat het loodje van 6 kg recht onder de kiel hangt. Hiertoe moet van de sleeplijn bijgestoken worden, doch niet meer dan gevraagd wordt. Vervolgens wordt de broeking goed belegd, terwijl de snijstroppen op de verschansing ter hoogte van den voortstuwer stevig aangehaald worden, daarbij zorg dragende dat de sleeplijn naar voren toe stijf staat.

Zoodra alles gereed is, gaat het schip de koers van dreggen voorliggen, daarbij zeer langzaam vooruitstoomende. De dregbooten nemen aan SB. en BB. achteruit elk een losse tamp van de 90 m bodemlijn over en stoomen deze dwarsuit vrij van schip en schroef.

Elke dregboot sluit aan twee grondlijnen (elk van 30 m) met drijvertjes, waarna het eerste boeitje met ballast en dreggetje volgt. Bij het verder uitzetten van de dreg stoomen zij dwars op de richting van de geprojecteerde strook.

Aan boord is inmiddels, zoodra beide dregbooten hun bodemlijnen hebben aangesloten, de zware ballast afgevierd, daarbij geleidelijk loos gevende van de hanepoot, totdat het gewicht in de ophouderketting aan de eindboei hangt. Hierop snijdt men den strop, de eindboei valt te water en blijft achter. Hanepoot en sleeplijn worden geleidelijk bijgestoken, terwijl het schip ongeveer 2 streken opdraait naar de zijde waar de sleeplijn langs boord loopt. Staat het geheel strak, dan worden achtereenvolgens de achterste en de voorste snijstrop gesneden. De verbinding van de dreg met het schip bevindt zich thans onder de kiel, zoodat het schip vrij is in zijn bewegingen en boven de sleeplijn kan ronddraaien.

Dreggen. Het schip keert terug op koers. De vaart moet proefondervindelijk bepaald worden.

De plaatsbepaling geschiedt gelijktijdig op sein van het schip evenals bij evenwijdige loodingtochten met schip en sloepen. Eventueel kan bepaald worden, dat de dregbooten elk hun afstand en de snijding van de eindboei telefonisch opgeven.

De strook zal het voordeeligst uitvallen als de lijn door schip en beide dregbooten loodrecht staat op de dregstrook. De booten houden dus het schip in de gewenschte peiling en blijven door meting van de tuighoogte op afstand. Inéén houden van de merkteekens aan ra c.q. bamboe, welke daartoe loodrecht op de dregstrook gebrast wordt, kan gemak opleveren.

Bij de laatste plaatsbepaling snijdt het schip beide middenboeitjes, terwijl elke dregboot tevens zorg draagt voor snijding van eigen middenboeitje.

De bestaande seinen zullen voor het schip uitgebreid moeten worden o.a. voor het oogenblik van tuighoogte meten, het gebruik van 2 volgbooten enz.

Ter weerszijde van het schip is 1 volgboot beschikbaar voor testen e.d.

Het indraaien van de dreg. Terwijl het schip zeer langzaam doorstoomt, ontsluiten de volgbooten de bodemlijnen tusschen het derde en vierde stuk ter weerszijde van de eindboei achter het schip (4 joontjes). De broeking wordt aan één zijde doorgehaald, terwijl aan den anderen kant langzaam wordt bijgevierd. De sleeplijn wordt ontsloten en naar achteruit gebracht, hierbij zorg dragende vrij van de schroef te blijven (eventueel wordt het roer naar die zijde gelegd, waar de broeking wordt doorgehaald). Daarna worden sleeplijn, eindboei enz. met behulp van een rol over het achterschip aan boord genomen. Een volgboot assisteert eventueel bij het inpikken van het takel voor het hijschen van de eindboei.

De dregbooten draaien elk hun eigen gedeelte in.

Dreggen met 1 dregboot en motorsloep. Heeft men door omstandigheden tijdelijk slechts de beschikking over 1 dregboot, dan kan, mits de toestand van de zee zulks toelaat, een zware motorsloep de plaats van de tweede dregboot innemen. Voor behandeling van het dregtuig kan volstaan worden met 1 roerganger en 2 matrozen op de sloep.

De motorsloep is slechts in het bezit van eigen sleeplijn met bijbehoorende drijvertjes. Overigens is de geheele dreg met de twee eindboeien op de dregboot.

Na het leggen van de eerste eindboei, hetgeen geschiedt op de plaats waar de motorsloep begint te dreggen, wordt de hanepoot door deze sloep overgenomen. Vervolgens begint de dregboot te schieten, terwijl de motorsloep zorgt op haar plaats te blijven. Wordt de tweede eindboei door de dregboot gelegd, dan steekt de sloep de inmiddels op de hanepoot bevestigde sleeplijn bij, welke op de normale wijze binnenboord bevestigd wordt.

Overigens blijft alles als hiervoor beschreven, doch bij het indraaien ontsluit de sloep de sleeplijn bij de hanepoot waarna de dregboot het geheel indraait en de hanepoot wordt overgegeven.

De U. S. C. & G. S. heeft aan boord ook de z.g. „light wire drag", een lichter tuig dat met de scheepsmotorsloepen kan worden gesleept. De onderdeelen zijn lichter, de eindboeien en boeitjes zijn vervangen door oppompbare

rubberboeien. Het is voor de opnemingsvaartuigen in Ned. Indië van belang, dat ook daar een „lichte dreg" a/b verstrekt wordt, zoodat voor het afzoeken van een smalle strook of een kleine plek niet het omvangrijke apparaat van de groote dreg in werking behoeft te worden gesteld.

Voor groote terreinen met diep water en waar weinig kans op gevaren is, bezigt de C. & G. S. de „*wire sweep*", welke ruwer maar ook sneller werkt. Een sweep van 7000 m lang is geen zeldzaamheid, vaart drie mijl.

Een dergelijke sweep wordt samengesteld zonder drijvertjes, met vaste ophouders (niet veranderbaar), minder boeitjes, nl. om de 600 m; de eindboeien zijn ook van eenvoudiger constructie.

Een gevolg van een en ander is, dat de bodemlijn belangrijk doorzakt en ook in een scherpere boog zal gaan staan waardoor men slechts op een nuttige lengte van 75 % rekent. Men kan een dergelijke sweep alleen bezigen als de algemeene diepte belangrijk grooter is dan de afgestelde diepte van de sweep, en men verkrijgt geen nauwkeurige inlichtingen omtrent de diepte. Het werk is dus uitsluitend „zoeken naar gevaren in diep water".

De onderverdeeling van de bodemlijn in stukken van 30 m is gehandhaafd, eveneens het gewicht der ballasten. „Testen" vervalt vrijwel geheel. Slechts zal men een enkele keer onderzoeken hoe groot het verschil tusschen de ophouders en de laagste bocht van de bodemlijn is ten einde goede gegevens te hebben omtrent de minimum diepte waarop de sweep gebezigd kan worden. Men kan aannemen, dat bij afstanden tusschen twee boeien van 750 m en ophouders van 30 m, de bodemlijn zakt tot ongeveer 50 m diepte en dat de groote ballasten bij een vaart van drie mijl ongeveer 8 m lichten.

Het is duidelijk, dat men met een dergelijke sweep een flinke vaart *moet* houden, omdat hoe kleiner de vaart, hoe grooter de zak in de bodemlijn; liggen de sleepers stil, dan ligt de lijn op den grond. Men zal zeer voorzichtig weer in vaart moeten komen, omdat anders de eindboeien aan beide zijden extra hard worden getrokken en daardoor aan het gevaar van vernieling zijn blootgesteld.

Voor terreinen als de Java Zee zou een dergelijke „sweep" een doelmatige werkwijze bieden, voor de straten en passages welke in Indië nog moeten worden afgezocht, is deze methode te ruw en vereischt te diep water, zoodat voorloopig nog aan de „dreg" zal worden vastgehouden en de „sweep" hier slechts oppervlakkig werd behandeld.

Kustlijn en topografische bijzonderheden. Indien er moderne topografische kaarten van het terrein in kwestie bestaan, kan de kustlijn van deze kaarten worden overgenomen. In enkele gevallen behoort contrôle, eventueel correctie te worden toegepast. Als kustlijn wordt voor de zeekaart aangenomen de gemiddelde hoogwaterlijn. Voor zandbanken zooals de Noordvaarder en de Boschplaat van Terschelling, of losliggende banken zooals in het Haringvliet

is de topografische kaart van Nederland niet „bij"; in dergelijke gevallen moet de lijn van gemiddeld hoogwater door den opnemer worden bepaald. De strandlijn en de duinvoet worden afgeleid uit de strandmetingen van den Rijkswaterstaat, waarbij uitgegaan wordt van de strandpalen, wier plaatsen bekend zijn.

In Indië wordt voor de kustlijn eveneens de lijn van gemiddeld hoogwater genomen, behalve in streken, waar vloedbosschen of bakau-bakau de kust beheerschen. In deze gevallen wordt de grens van begroeiing als kustlijn bepaald.

In Nederland zal de opnemer wat de topografische bijzonderheden betreft alleen aandacht behoeven te wijden aan de vraag of kenbare punten, zooals kerktorens, watertorens, telegraafborden zijn verdwenen of bijgebouwd.

In Indië kan tegenwoordig, wat de Westhelft van den Archipel betreft, ook meestal de kustlijn van de topografische kaart worden overgenomen, behalve in geval van bakau-bakau begroeiing. Ook kan men verwachten, dat de topografische dienst van een eilandencomplex als bijv. de Momparang eilanden beoosten Billiton, in het algemeen van alle eilandjes zonder belang, niet zooveel werk maakt als voor de navigatie noodig is en moet deze arbeid dus grondig door den opnemer worden uitgevoerd. Ook de kwestie van merklijnen, hoeken in elkaar, enz. vergt extra aandacht. In de Oosthelft van den Archipel komt de kustlijnbepaling volkomen ten laste van den opnemer.

In den regel wordt de kustlijn in kaart gebracht door gegevens tijdens de loodingtochten verkregen, naast die voor dit doel verzameld bij de metingen uit bakens en ankerplaatsen. Reeds bij de metingen voor de triangulatie worden uit de bakens raaklijnen aan landhoeken en snijlijnen op kenbare punten — ook die aan de kustlijn gelegen — genomen en deze waarnemingen uit de verschillende ankerplaatsen van het schip voortdurend vermeerderd. Ligt men met de sloep vlak onder den wal voor dreg, dan doet men evenzoo, schat verder den afstand tot de hoogwaterlijn en schetst op het sloepsblad den wal in.

Moet men met de sloep zoover van de hoogwaterlijn afblijven, dat schatten te onnauwkeurig wordt, dan bepaalt men op die lijn liggende kenbare voorwerpen (een stuk drijfhout, een blok steen of een struik) door snijding uit verschillende snelliuspunten. Hoofdzaak bij de kustbepaling is, de uitspringende hoeken goed binnen te krijgen.

Moet men bij het looden zoover van den wal afblijven, dat door snijdingen op voorwerpen op de hoogwaterlijn deze niet behoorlijk is binnen te krijgen, dan dient voor hare bepaling een afzonderlijke tocht gemaakt te worden. Men loopt daarvoor de kustlijn af, of is het terrein daarvoor minder geschikt, dan vaart men er — ongeveer bij hoogwater — in een vlet of ander licht vaartuig langs. Door snelliussen, raak- en snijlijnen, schetsen en omschrijving bepaalt men de hoogwaterlijn daarbij zoodanig, dat ze met voldoende nauwkeurigheid in kaart te brengen is. Heeft men aan de kust geen voldoende gelegenheid tot snelliusmeting, dan dient men de bepaling met boussole,

baken en tachymeter uit te voeren. Ook de kleine, draagbare afstandmeter kan hierbij zeer goede diensten verrichten.

Zijn van eenig kustgedeelte luchtfoto's beschikbaar, dan kunnen deze, afgezien nog van de kwestie der schaal, zeer veel helpen bij het inteekenen der kustdetails. Men ga hierin echter niet verder dan in overeenstemming is met de schaal van het minuutblad.

Van de topografische bijzonderheden, die op de zeekaart behooren voor te komen, zijn de kenbare natuurlijke of kunstmatige terreinvoorwerpen, zooals berg- en heuveltoppen, ver zichtbare kloven, duidelijk zich afteekenende terrasranden, zeer opvallende boomen, lichttorens, huizen enz., welke als peilpunten, voor merklijnen of als verkenning van riviermonden, baai-ingangen, aanloopplaatsen enz. kunnen dienen, van het meeste gewicht. Dergelijke punten worden — voorzoover zij niet reeds als triangulatie- of loodingpunten bepaald zijn — vastgelegd door snijlijnen uit bakens en ankerplaatsen. Bij de metingen wordt ook steeds de hoogte gemeten, indien deze van belang is. Men zij indachtig tevens snijdingen te nemen op minder kenbare punten van bergruggen of raaklijnen aan terrassen, overgangen van berg- of heuvelland in vlakte, teneinde de formatie van het land zoodanig te kunnen teekenen, dat de kaart op voldoende wijze een voorstelling geeft van den indruk, welke het land, van uit zee gezien, geeft. Daardoor wordt het den zeeman gemakkelijk gemaakt de peilpunten spoedig te verkennen. Zoonoodig bevordert men dit door landverkenningen te vervaardigen. Men make deze echter niet te dicht onder den wal, doch ongeveer op den afstand, binnen welke een niet ter plaatse bekend gezagvoerder des nachts de kust niet zal naderen, zoodat hij aan die verkenningen bij het dagen een hulpmiddel heeft voor een spoedige verkenning.

Het eischt groote oplettendheid de minder goed kenbare berg- of heuveltoppen en de secundaire punten, welke men voor voldoend nauwkeurige teekening van het verloop der ruggen wil vastleggen, uit verschillende richtingen te herkennen. Het is derhalve zaak deze punten steeds bij het verstoomen in het oog te blijven houden en uit de verschillende bakens en ankerplaatsen een aparte teekening te maken, het z.g. „bergenblad". Gewenscht is dit zooveel mogelijk door eenzelfde persoon te laten doen.

Op zeekaarten worden de berghoogten gegeven met inbegrip van die der begroeiing; op de topografische kaarten enkel de hoogte van den grond. Bepaalt de Topografische Dienst de hoogte zonder op den betrokken top te zijn geweest en heeft die dienst daardoor de hoogte met inbegrip van die der begroeiing verkregen, dan wordt voor de laatste meestal een vast bedrag van 30 m afgetrokken. [1])

Landverkenningen worden geteekend, er is aan boord altijd wel een officier, die daarvoor aanleg bezit. Een landverkenning is hoofdzakelijk silhouet, vóórliggende heuvels moeten zoo mogelijk ook gegeven worden met

---

[1]) Voor de berekening van berghoogten zie Hydrografische Tafels 1938, achterin.

wat sterkere schaduwteekening, maar het kenbaar zijn van dergelijke heuvels of ruggen is zoo zeer afhankelijk van de belichting, dat dit in vele gevallen slechts een zaak van minder orde is. Voor het juist inteekenen der hoogste toppen worden horizontaal de afstanden gemeten, en daarna op de gewenschte schaal ingeteekend, ook de hoogten der toppen worden gemeten, doch in vergelijking met de horizontale schaal eenigszins vergroot, bijv. 1½ maal. Het zal den teekenaar blijken, dat dit de gelijkenis van het beeld verhoogt. Zoowel op het minuutblad als op de landverkenning zelve moet duidelijk worden aangegeven, vanwaar deze genomen werd. Een foto genomen met een alledaagsch fototoestel kan soms van nut zijn bij deze teekening.

Wat de **luchtfotografie** betreft: in tegenstelling met de topografische opnemingswerkzaamheden, waar de luchtfotografie hoe langer hoe meer de opmetingen *in* het terrein vervangt, is deze techniek tot nu toe bij de hydrografie van geen belang geweest. Wèl is er door den franschen hydrografischen dienst ernstig beproefd, uit stereoscopische foto's van de ondiepe zeegedeelten, de diepte af te lezen, maar men faalde hierin ten eenen male. Voor de goede kustlijn zou de luchtfoto wel van belang, doch zeker niet noodig zijn, de tot heden door Hydrografie gevolgde werkwijze is voor dezen arbeid gebleken zeer voldoende te zijn. Voor aanwijzingen omtrent riffen en ondiepten kunnen luchtfoto's *soms* aanwijzingen geven, doch brengen den zoeker óók vaak op een dwaalspoor o.a. omdat de stand van de zon hierbij een groote en soms misleidende rol speelt en door op verkleuring lijkende ongerechtigheden in negatief of afdrukken. Een en ander is wel gebleken bij het bestudeeren van foto's, welke door den luchtkaarteeringsdienst in 1936 en 1937 zijn genomen ten behoeve van de Ned. Nieuw Guinee Petroleum Mij. Doch een andere mogelijkheid is uit dezen arbeid wèl geboren, nl. kaarteering eener voldoend nauwkeurige kustlijn met riviermondingen van de Zuidkust van Nieuw Guinee. Dit onherbergzame terrein van vloedbosschen, in vele tijden ongenaakbaar door den stijven moessonwind die op de kust staat en door de onophoudelijke regens, zou wellicht blijken, onmogelijk langs de traditioneele werkwijze te kunnen worden bebakend en getrianguleerd. De series luchtfoto's welke ten behoeve van den geologischen dienst der NNGPMij zijn genomen, werden in 1937 te Delft onder leiding van den hoogleeraar in de geodesie prof. W. Schermerhorn aan elkaar gereid en het verband verstevigd door een reeks astronomische plaatsbepalingen. Hieruit ontstond ten slotte een zeer aanvaardbare topografische kaart van de Zuidkust van Nieuw Guinee, van Etnabaai tot Bloemenrivier, welke, hoe ook de hydrografische opneming dezer kust t.z.t. zal moeten worden uitgevoerd, daarbij in ieder geval een zeer waardevolle grondslag zal zijn.

De instrumenten waarmede, en de methoden waarop te Delft uit de luchtfoto's de kaart tot stand komt zijn zeer ingewikkeld en is „specialistenwerk"; aangezien de luchtfotografie in Nieuw Guinee slechts diende tot voorloopige kaarten voor geologische exploratie zijn de resultaten grof in vergelijking

met de uiterst nauwkeurige kaarten, welke de topografische diensten van Nederland en Indië tegenwoordig door middel van luchtfotografie vervaardigen. Enkele afzonderlijk beschouwde foto's van de Noordkust van Nieuw Guinee zullen, wat inteekening der kustlijn aangaat, nog tot interessante vergelijking kunnen dienen met de resultaten van het opnemingsvaartuig, dat vijftien jaar geleden deze kust in kaart bracht, want als *detail* is de luchtfoto onaantastbaar juist.

Behalve het even aanstippen van bovengenoemde punten, ligt het onderwerp „luchtkaarteering" ver buiten het bestek van dit boekje en wordt dus niet verder behandeld.

Loodingtocht. Behalve wat in het voorgaande reeds gezegd werd over den gang van zaken bij een loodingtocht, zullen nog eenige punten waarop moet worden gelet, hier worden opgesomd.

Voor het begin van de tocht, hetzij met het schip, hetzij met de sloep, wordt:

1°. het sloepsblad in orde gemaakt;

2°. sextanten nagezien en indexcorrectie bepaald; binocle meegenomen;

3°. horloges gelijkgezet; loodlijnen en slaggaarden in orde gemaakt, loodlijn vastzetten, extra looden meenemen;

4°. het programma van den dag, te wisselen seinen, enz. vastgesteld; blauwe vlag („meet mij") aangeslagen;

5°. teekengerei: gradenboog, plaatspasser, tuighoogteplankje, passers, liniaal, dubbele decimeter, potlooden, enz. nagezien;

6°. zoo noodig drijfbaken met ballastschuitje klaarmaken; lucaslood aanbrengen.

Gedurende den tocht worden alle instrumenten met veel zorg behandeld: sextanten steeds tusschen klampen vastzetten, plaatspasser en passers ophangen of opbergen, er mag nooit iets kunnen vallen.

De wijze van constructie der plaatsbepalingen wordt in het volgende hoofdstuk behandeld, het bijhouden van het sloepsblad werd reeds beschreven op blz. 58, de taak der officieren op blz. 60. Wat het loodingboekje betreft wordt aanbevolen, dit zoo netjes mogelijk bij te houden en er op aan te sturen, dat dit boekje dadelijk als netregister dienst doet, dat dus niet meer — zooals vroeger het geval was — het loodingboekje later weer moet overgeschreven worden in een register, want dit is (vaak) overbodig werk èn een bron van vergissingen. Voor een sloep moge dit niet altijd mogelijk zijn, voor tochten met het schip, en met goed weer ook met sloepen indien de opschrijver netjes en goed onderricht is, is zulks zeer wel mogelijk.

Wat het looden zelf betreft, moet men steeds trachten zoo zuinig mogelijk met den tijd te zijn, d.w.z. zoo weinig mogelijk onnut stoomen. De commandant van het schip kan hieraan veel doen door een goed uitgekozen ankerplaats als beginpunt, voor sloepen zoowel als voor het schip.

Plaatselijk onderzoek. Indien nieuwe gevaren of afwijkingen van de kaart zijn geconstateerd of bij de uitvoering van periodiek contrôlewerk, neemt men de bestaande kaart en voornamelijk de bekende punten aan den wal, kenbare hoeken en rotsen als goed aan. Triangulatie en bakens zetten is niet meer noodig, men kan direkt beginnen met het loodingwerk. Men zorgt er voor, dat men dit werk zoover voortzet, dat de gerapporteerde afwijking volkomen is belood en dat men weer goede aansluiting heeft aan de op de kaart voorkomende dieptelijnen, kustlijnen, a.a. In het algemeen gesproken: de opnemer moet waakzaam zijn, dat de cartograaf die later het loodingwerk moet inpassen in de bestaande kaart, niet voor onzekerheden geplaatst wordt. Men rapporteert dus duidelijk, welke punten van de kaart zijn afgepast en men moet daarbij bewust zijn, dat dit aanvangspunt van het werk reeds een vrij belangrijke onnauwkeurigheid kan bevatten. Zie blz. 103.

Instrumenten, registers, rapporten. Zoowel bij de triangulatie als bij het loodingwerk zijn goede, betrouwbare instrumenten noodzakelijk. Voorzichtige behandeling, regelmatige contrôle, voortdurende zorg moeten den opnemer steeds voor oogen staan, niet alléén als het schip in Soerabaja komt, alwaar de uitstekend ingerichte Dienst der Verificatie aan alle eischen ook voor de ingewikkeldste instrumenten beantwoordt, maar vooral aan boord bij het dagelijksch gebruik. [1]) Desgewenscht kan men ook op het terrein de sextantfouten zelf bepalen met het universaalinstrument of de Wild theodoliet. Op een duidelijk en duurzaam aangegeven punt meet men daarvoor de hoeken — bij voorkeur regelmatig opklimmend in grootte tusschen eenige natuurlijke, scherp begrensde voorwerpen — nauwkeurig met het universaalinstrument. De voorwerpen mogen niet te dichtbij zijn gelegen. Men lette niet alleen op de uitkomsten der contrôlewaarnemingen, doch ook op den toestand, waarin de instrumenten en de bijbehoorende losse deelen bij het gebruik verkeeren, dus of de spiegels van reflexieinstrumenten behoorlijk gesteld zijn en vaststaan, verdeelde randen ongeschonden en goed onderhouden zijn; niveaux, afleesmicroscopen, dradenkruizen enz. van de theodolieten en van het universaalinstrument in orde zijn; schroeven welke vast moeten zitten niet rammelen enz.

Bij metingen tusschen voorwerpen op verschillende hoogte en (of) een andere hoogte dan de meetplaats, brengt men den sextant zoo goed mogelijk in het vlak, dat door de drie betrokken punten gaat en meet de vertikale hoeken, noodig voor het berekenen der hellingcorrecties.

Bij theodolietmetingen moeten de triangulatiehoeken steeds in beide kijkerstanden worden gemeten. Tijdens triangulatie met het schip is dit echter niet mogelijk. Alleen de *middenhoek* kan en moet alsdan met beide kijkerstanden gemeten worden. De beide deelen daarvan, welke voor de berekening dienen,

---

[1]) In Nederland is de „Verificatie van 's Rijks zee-instrumenten te Leiden, Oude Varkenmarkt nos. 18—22 de beste bron van inlichtingen op het gebied van instrumenten in den meest uitgebreiden zin des woords.

verkrijgt men door de aflezingen bij de triangulatie verkregen af te trekken van de gemiddelde aflezing bij het meten van den middenhoek met gelijknamigen kijkerstand.

Triangulatieinstellingen worden in serie gedaan en vervolgens met doorgeslagen kijker teruggaande. Daarna verplaatst men hetzij den lossen verdeelden rand, hetzij het geheele instrument, teneinde een tweede stel metingen te verkrijgen. Men neemt minstens twee stel. Hoewel fouten in de randverdeelingen bij goede en in goeden toestand verkeerende instrumenten in den regel uiterst klein zijn, wordt door deze wijze van handelen daarop contrôle verkregen. Ook waarborgt het tegen vergissingen in aflezing.

De statieven van theodolieten, vooral de lichte statieven van de kleinere soorten, zijn dikwijls onderhevig aan trekking van het hout onder den invloed van bestraling door de zon, in het bijzonder als zij nat zijn. Tengevolge van die trekking zal het statief om een vertikale as kunnen gaan draaien. Teneinde den invloed daarvan te ontgaan, is het gewenscht statief en instrument door een zonnescherm tegen bestraling te beschutten. Voorts de metingen met bekwame snelheid, doch zonder overhaasting te verrichten en die voor de triangulatie te scheiden van de secundaire, zooals raak- en snijlijnen, berghoogten enz. Deze secundaire metingen kunnen met één kijkerstand verricht worden.

Het is zaak alvorens de meetplaats te verlaten zich goed rekenschap te geven, dat niets over het hoofd gezien is en dat de metingen met de gewenschte nauwkeurigheid en zonder vergissingen gedaan zijn. Het laatste kan nagegaan worden door de verkregen hoekwaarden onderling te vergelijken en gemeten sommen aan berekende te toetsen. Zie afbeelding achterin bijlage 2.

Theodolietmetingen zijn boven sextantmetingen te verkiezen, doordat de krachtiger kijker, de vaste opstelling en het niet gebruiken van een dubbel gereflecteerd, dus verzwakt beeld langer de metingen mogelijk maakt. Uithoofde van deze voordeelen zijn zij ook gemakkelijker uit te voeren. Voorts worden hellingfouten uitgeschakeld. Hierdoor zijn zij ook in het algemeen nauwkeuriger. In de handen van een geoefend waarnemer kunnen echter ook met den sextant uitmuntende resultaten verkregen worden.

Voor het nemen van astronomische peilingen, hetgeen nagenoeg uitsluitend ten opzichte van de zon plaats heeft, geeft gebruik van de theodoliet nog het voordeel, dat de grootte van het azimuthaal verschil tusschen dit hemellicht en het voorwerp van geen invloed op de nauwkeurigheid der bepaling is. Vooral op Oost-West loopende kusten is dit van belang.

Het is aan te bevelen, dat elk officier zooveel mogelijk steeds met dezelfde instrumenten werkt. Dit verhoogt zijn zorg en zijn vertrouwen.

Het heeft geen nut, in dit boek een uitgebreide beschrijving van universaalinstrument en theodoliet te geven. Slechts zullen hier enkele raadgevingen omtrent het gebruik van de theodolieten van Heyde, Breithaupt, de Koningh e.a. worden gegeven.

Aan de theodoliet onderscheidt men de eerste, tweede en derde as. De

eerste as is de verticale; de tweede is de horizontale as loodrecht op de eerste en daarom draaibaar; de derde is de kijkeras loodrecht op de tweede en daarom draaibaar. Deze as kan dus op ieder punt van de sfeer gericht worden.

De fouten van de theodolietmetingen zijn nul, indien:

1°. De eerste as in het midden der randverdeeling staat.

2°. De tweede as zuiver loodrecht op de eerste gesteld is.

3°. De kijkeras zuiver loodrecht op de tweede as is gesteld.

4°. De eerste as zuiver verticaal gesteld is.

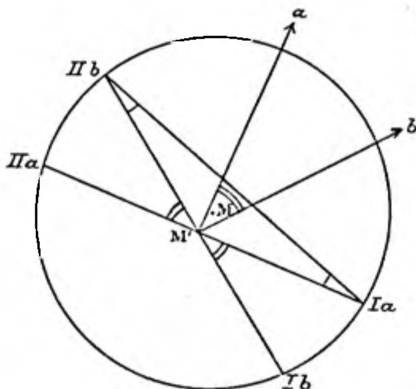
De groote waarde van theodolietmetingen is gelegen in het feit, dat de fouten ontstaan uit de afwijkingen genoemd onder 1, 2 en 3 door methodische metingen kunnen worden geëlimineerd en dat aan den eisch, genoemd onder 4 altijd kan worden voldaan.

Bij sextanthoeken worden fouten, voortkomende uit excentriciteit, helling van den kijker, de moeilijk zuiver te bepalen indexcorrectie, hoogteverschil tusschen gemeten voorwerpen en andere, niet, zooals bij de theodoliet, door de methode van meten automatisch verwijderd; tevens heeft de theodoliet het voordeel van de vaste opstelling en den veel sterkeren kijker, waardoor zuiver instellen beter mogelijk is. Dat de sextant tot op 10″ nauwkeurig afleest en de theodoliet tot op heele of halve minuten, is dus geen maatstaf voor de nauwkeurigheid dezer instrumenten.

De invloed van afwijkingen der drie assen op de gemeten horizontale hoeken wordt hieronder in het kort nagegaan.

1°. *Excentriciteit van de eerste as.* M is het middelpunt der randverdeeling. M′ het voetpunt der eerste as. Is de kijker op a gericht, dan staan micr. I en II resp. op I_a en II_a, I_b en II_b. De ware hoek tusschen a en b waarover de eerste as is gedraaid, is:

$$I_aM'I_b = II_a\,M'\,II_b = \tfrac{1}{2}\text{ bg } I_a I_b + \tfrac{1}{2}\text{ bg } II_a\, II_b$$



dat is de halve som der op den rand afgelezen bogen. Twee methoden van middelen kunnen worden gevolgd; de laatste is de eenvoudigste.

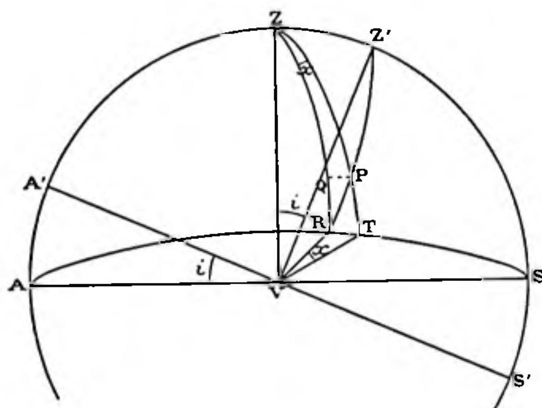
Men neemt hierbij het aantal graden van micr. I en middelt minuten en seconden.

1°. $\dfrac{(\text{micr. I op } a - \text{micr. I op } b) + (\text{micr. II op } a - \text{micr. II op } b).}{2}$

2°. $\frac{\text{micr. I op } a + \text{micr. II op } a}{2} - \frac{\text{micr. I op } b + \text{micr. II op } b}{2}$.

Een niet diametrale opstelling der microscopen heeft geen invloed op den te meten hoek, gelijk uit teekening en beschouwing blijkt.

2°. *Helling van de tweede as.* De eerste as zij verticaal, de derde as loodrecht op de tweede as, maar deze laatste maakt met het horizontale vlak een hoek $+ i$, die positief genomen wordt als men, achter den kijker staande, het linkereinde der as het hoogst ziet. Stond de tweede as zuiver horizontaal dan zou bij het richten op een punt P de vizierlijn VZ het vlak ZPTV beschrijven, loodrecht staande op het vlak van den rand. T stelt dan de aflezing op den rand voor. Tengevolge van de helling van de tweede as beschrijft de vizierlijn het vlak Z'PRV, dat loodrecht staat op de tweede as. De aflezing is dus R, d.w.z. boog RT te klein = x. Aan de aflezing moet dus een + correctie gegeven worden (vandaar het teeken van i). Om de correctie te bepalen brengt men het vlak ZRV aan. Uit de figuur blijkt:



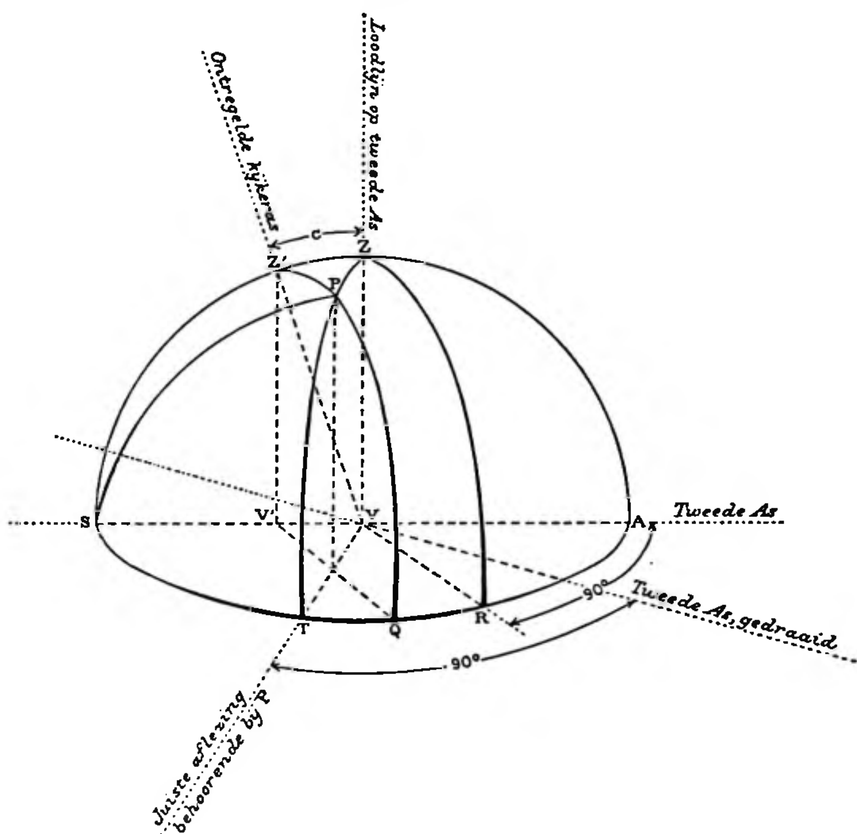
$$x = i \text{ cot.topsafstand.}$$

Hieruit volgt dat de correctie van teeken verandert bij doorslaan van den kijker ($+ i$ wordt $- i$), en dus de fout uit het gemiddelde verdwijnt; tevens dat de correctie afhankelijk is van den cotangens van den topsafstand en bij topsafstand = 90° nul wordt.

Bij topsafstand nul, wordt de correctie oneindig groot, men kan den kijker niet op den top richten. De indexcorrectie beinvloedt beide beenen van den hoek bij gelijke hoogte van de te meten punten op dezelfde wijze en geeft dus bij metingen van punten in hetzelfde horizontale vlak gelegen ook zonder doorslaan van den kijker, geen aanleiding tot fouten.

3°. *Collimatiefout,* dit is de fout welke ontstaat wanneer de kijkeras niet loodrecht op de tweede as staat.

Zij in de figuur AS de tweede as, VZ de loodlijn daarop, VZ' de ontregelde kijkeras, die met de loodlijn den hoek *c* maakt, bij afwijking met zon, gezien vanaf den waarnemer, positief gerekend.



Men ziet uit de figuur dat een kijkeras, zonder collimatiefout, bij wentelen rond de tweede as, den grootcirkel ZR beschrijft, terwijl een kijkeras met een collimatiefout = *c*, een kegeloppervlak beschrijft, dat de hemelsfeer volgens den cirkel Z'Q snijdt. Z'Q is evenwijdig aan ZR, is echter geen grootcirkel.

Indien de ontregelde kijker dus op het punt P gericht zou zijn, zou men toch R op de schaalverdeeling aflezen, terwijl de juiste aflezing behoorende bij P gevonden wordt door de tweede as eerst over een hoek AA' te draaien, dusdanig dat het vlak VZR door P gaat. Dit vlak ZPT staat loodrecht op A'V, en T is de juiste aflezing, behoorende bij het punt P.

De correctie RT, welke hetzelfde teeken als c heeft, kan men berekenen uit den boldriehoek SPZ.

$$\cos \text{SP} = \cos \text{SZ}.\cos \text{PZ}. + \sin \text{SZ}.\sin \text{PZ}.\cos \text{SZP}.$$

Aangezien:

$$\begin{aligned} \text{SP} &= \text{SZ}' = 90^\circ - c, \\ \text{SZ} &= 90^\circ, \\ \text{PZ} &= \text{topsafstand}, \\ \text{SZP} &= \text{ST} = 90^\circ - \text{RT} \end{aligned}$$

kan men schrijven:

$$\sin c = \sin \text{topsafstand} \times \sin \text{RT}, \text{ of}$$
$$\sin \text{RT} = \sin c \text{ cosec topsafstand}.$$

Bij groote topsafstanden, zooals bij terrestrische metingen met de theodoliet wel altijd het geval zal zijn, mag men dus voor deze formule schrijven:

$$\text{RT} = c \text{ cosec topsafstand}.$$

Slaat men den kijker door, dan krijgt c het tegengestelde teeken en daarmede ook RT, zoodat der gemiddelde der beide aflezingen juist is.

De collimatiefout beinvloedt, bij gelijke hoogte der te meten punten, beide aflezingen op dezelfde wijze. Hoeken tusschen punten, welke in het zelfde horizontale vlak liggen, worden dus ook zonder doorslaan van den kijker niet door de collimatiefout aangedaan.

Het regelen. Voor gewone doeleinden kan men hierbij volstaan met een onderzoek in te stellen naar:

1. Zijn de niveaux juist aangebracht.
2. Staat de tweede as loodrecht op de eerste as.
3. Staat de kijkeras loodrecht op de tweede as.

Daartoe gaat men als volgt te werk:

Stel de driepoot verticaal. Zet de theodoliet goed vast en draag zorg, dat alle schroeven stevig aangedraaid zijn.

1. Stel één der niveaux van de horizontale randverdeeling evenwijdig aan twee stelschroeven en laat door middel van deze twee schroeven de bel inspelen. Het tweede niveau en de derde stelschroef laat men voorloopig buiten beschouwing. Speelt de bel in, dan draait men den kijker 180° om. Nu zal hoogstwaarschijnlijk de bel een zekeren uitslag hebben, waaruit blijkt dat de eerste as niet verticaal is. Men maakt nu den uitslag van de bel half zoo groot d.m.v. de niveauschroeven en laat vervolgens de bel inspelen d.m.v. de stelschroeven. Bij het verstellen van de niveauschroeven moet men zeer voorzichtig te werk gaan, evenals met de later te bespreken schroeven van de tweede as en van het dradenkruis. Men draaie steeds eerst één schroef los

alvorens de andere aan te draaien. Speelt de bel in, dan draait men den kijker 180° om de eerste as. Men zal dan zien dat de bel nog inspeelt. Is dit nog niet het geval, dan herhaalt men de handeling.

Is dit in orde, dan zet men den kijker in een richting loodrecht op de vorige en handelt op dezelfde manier met hetzelfde niveau doch met de derde stelschroef. Blijft de bel hier ook inspelen dan zal zulks ook gebeuren in iederen willekeurigen stand van de theodoliet, waaruit blijkt dat de eerste as zuiver verticaal staat en dus de randverdeeling horizontaal. Men laat nu de theodoliet zoo staan en laat de tweede bel inspelen d.m.v. de niveauschroeven. Bij ronddraaiing van de theodoliet zal dan blijken dat ook deze blijft inspelen. Hiermede is dus bereikt dat met waterpas stellen der beide niveaux ook de eerste as zuiver verticaal staat.

2. Het loodrecht staan van de tweede as op de eerste wordt bij de groote theodoliet gecontrôleerd met het ruiterniveau. De bel moet bij loodrechten stand der eerste as ook inspelen. Gebeurt dit niet, dan kan men dit veranderen d.m.v. de schroefjes van de tweede as.

Bij een kleine theodoliet zonder ruiterniveau maakt men gebruik van een aan een lange lijn opgehangen schietlood. Men plaatst bij horizontaal gestelde theodoliet en loodrechten stand der eerste as den kijker zoodanig dat de loodlijn midden tusschen de verticale draden van den kijker valt. Bij op en neer bewegen van den kijker moet de loodlijn tusschen de draden blijven.

3. Om de collimatiefout na te gaan richt men den kijker bij horizontaal gestelde theodoliet op een ver verwijderd voorwerp (hoe verder, hoe zuiverder men richten kan). Heeft men den kijker gericht, dan draait men deze zuiver 180° om de eerste as volgens de randverdeeling, waarna de nu doorgeslagen kijker dus nog gericht moet zijn. Is dit niet het geval, dan verstelt men het dradenkruis d.m.v. de dradenkruisschroeven voor de helft van den afstand die het voorwerp naast de draden valt en stelt daarna wederom den kijker op het beeld. Hierna draait men den kijker nogmaals 180° om de eerste as volgens de randverdeeling waarna de wederom doorgeslagen kijker dus nog gericht moet zijn, waarbij men dus geen collimatiefout meer zal hebben. Is dit wel het geval dan gaat men op dezelfde wijze door, totdat de collimatiefout nul is.

Het meten van verticale hoeken. Indien men een verticalen hoek wil meten, moet het instrument, behalve aan de hiervoren genoemde eischen, nog aan de voorwaarde voldoen, dat de vizierlijn van den kijker, wanneer de noniussen van den verticalen cirkelrand op nul staan, evenwijdig moet zijn aan de richtlijn van het niveau. Is dit het geval, dan zullen in iederen willekeurigen stand van den kijker de noniussen den hoek aanwijzen, die de vizierlijn op dat oogenblik met de richtlijn van het niveau maakt. Door het doorslaan van den kijker is men wederom in staat de fout der regeling, hier de indexfout, te elimineeren.

Als de kijker kan doorslaan, zijn, zooals hierboven gezegd is, het onderzoek en de regeling strikt genomen overbodig. Wil men echter, na door dubbele meting onderzocht te hebben of een indexfout aanwezig is, de theodoliet regelen, d.w.z. de indexcorrectie tot nul reduceeren, dan kan dit op twee verschillende wijzen geschieden:

1°. door de vizierlijn met behulp van de kruisdraden te verplaatsen;

2°. door de noniussen te verschuiven.

In het eerste geval zal men, na een verticalen hoek door dubbele meting bepaald te hebben, de noniussen op de juiste elevatie plaatsen en vervolgens op het punt richten door het diafragma met behulp van de daartoe aanwezige correctieschroefjes te verplaatsen. In het tweede geval richt men op het punt en verplaatst de noniussen, tot zij de juiste elevatie aangeven.

Het opstellen der theodoliet [1]). Men begint met het verticaal stellen van de eerste as. Dit kan ook met lichtelijk ontregelde niveaux geschieden. De driepoot moet stevig in den grond gezet worden, de schroeven goed aangedraaid, om draaien van het geheele instrument te voorkomen. De twee vaste niveaux worden respectievelijk evenwijdig en loodrecht op twee stelschroeven gezet. Men laat ze door regeling met de stelschroeven inspelen. Zijn de niveaux geregeld, dan zullen ze bij 180° draaiing nog inspelen. Vertoont zich een helling dan heft men die voor de helft met de stelschroeven op. De eerste as staat dan verticaal en de niveaux zullen bij iederen stand van de theodoliet dezelfde helling vertoonen, d.w.z. inspelen of wel met hetzelfde einde een gelijk bedrag omhoog staan.

Men denke niet dat men dit geheel zuiver of ineens kan verkrijgen. Een kleine uitwijking van de niveaux (bijv. 1 deel buiten den vasten stand) zal blijkens het vorenstaande praktisch van geen invloed zijn op de resultaten der metingen. Men regele evenwel niet na in het midden der serie. Loopt een niveau tijdens een serie teveel uit, dan meet men over.

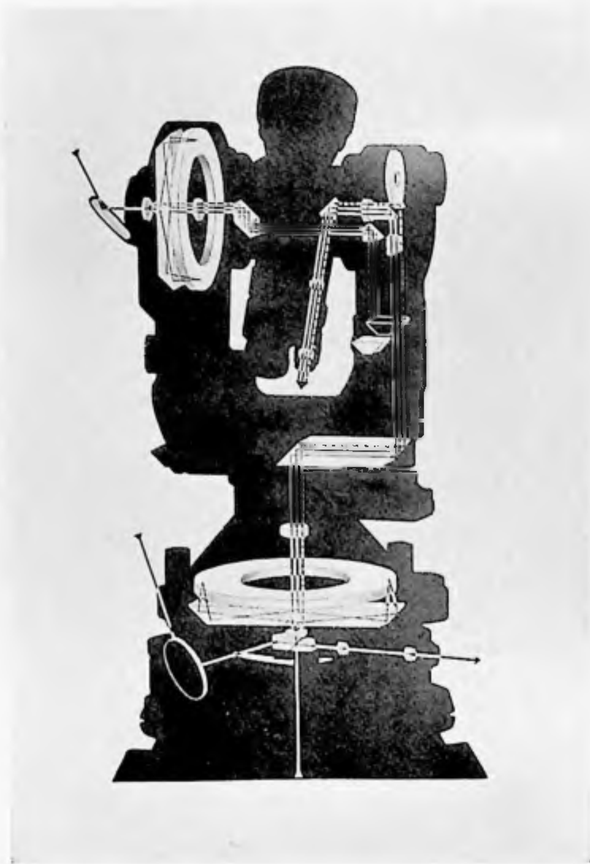
Registers. De uitkomsten der baakmetingen behooren uit de meetboekjes der officieren met alle daarbij genoteerde gegevens te worden overgenomen in het *hoekmeetregister*. De boekjes mogen niet weder op tochten worden medegenomen, alvorens de inschrijvingen door den betrokken officier gecollationeerd zijn. Vóór op de meetboekjes, welke gemerkt dienen te zijn met den naam van den officier aan wien zij zijn uitgereikt, behoort nevens den datum ook het meetpunt genoteerd te worden, bijv. 13 Augustus 1934. Meting uit baak Wolf. Luit. ter zee Vos.

In het *triangulatieregister* wordt — met teekeningen verduidelijkt — de wijze van triangulatie beschreven en voor elk baak, kenbaar punt enz.

---

[1]) Zie voor verdere raadgevingen betreffende het gebruik van de theodoliet de laatste foto achterin dit boekje.





Universaal Theodoliet Wild T 2 model 1937 ongeveer 1/3 van de natuurlijke grootte.



Geïmproviseerde peilschaal.



Meten uit een baak: het baak stond verre van verticaal!



Z. M. Opnemingsvaartuig Melvill van Carnbee.



Universaalinstrument Repsold.

In gebruik op de opnemingsvaartuigen in Indië voor nachtelijke astronomische plaatsbepaling. Dit instrument is ook aanwezig op de Sterrewacht te Leiden, ten dienste van de aspirant commandanten van de opnemingsvaartuigen.



De uitkijk aan boord, die nooit de sloep uit het oog verliest.



Jol, met vlerken stabiel gemaakt; 15 m hooge bamboe met vlag. Wordt weggesleept om als meetpunt voor dreg te worden gelegd.



Theodolietmeting. Let op het schietlood boven de gaspijp. De meter heeft zijn pet verkeerd op.

aangeteekend welke vereffende gegevens gediend hebben voor de berekening; welke uitkomsten daarbij verkregen zijn; wat ten slotte is aangenomen.

Alle berekeningen voor de triangulatie behooren door twee officieren te worden uitgevoerd. Het is wenschelijk in het triangulatieregister aan te teekenen door wien de verschillende uitkomsten zijn verkregen, aangezien dit gemak geeft bij nasporingen van eventueel later aan den dag tredende fouten.

Gegevens omtrent de plaatsing van triangulatiebakens, of een omschrijving der voor de triangulatie gebezigde natuurlijke punten, teekent men aan in een *bakenregister*. Daarbij moet als doel voor oogen staan het lateren opnemers mogelijk te maken, de plaatsen of voorwerpen terug te vinden, teneinde plaatselijke herzieningsopnemingen op afstanden, ontleend aan de oude opneming te kunnen uitvoeren. Plaatsen van bakens, welke voor dit doel, voor aansluiting als anderszins van bijzonder gewicht zijn, merkt men, bij voorkeur door gemetselde pilaren met inschrift „Hydro-jaartal". Ook de punten waar astronomische plaatsbepalingen zijn verricht, merkt men op deze wijze. Nog beter is het de verkregen breedte en lengte terug te brengen tot een geschikt kenbaar natuurlijk of bestaand kunstmatig voorwerp, bijv. lichtopstand. De opnemer echter, die later van een dergelijk punt gebruik maakt, moet ter plaatse deugdelijk informeeren, of deze lichtopstand, vlaggestok, peilschaal, a.a. in den loop der tijden niet is verplaatst.

Alle meetboekjes en registers behooren gemerkt te zijn met den naam van het schip, het terrein van opneming en het jaartal.

Loodingregisters en *loodingboekjes* (zie blz. 94) moeten zoo netjes mogelijk worden bijgeschreven. *Indien* de boekjes moeten worden overgeschreven, moet dit gecollationeerd worden. Indien bij het constructie- of minuutwerk blijkt, dat bij het overschrijven fouten zijn gemaakt, kunnen deze zonder meer worden verbeterd. Indien echter fouten in het origineel worden verondersteld, bijv. een hoek vijf graden fout afgelezen of verkeerd verstaan van zeven en negen bij hoeken of loodingen, moet hierover met den commandant worden overlegd, alvorens dergelijke veranderingen worden aangebracht, en alsdan moet zulks *kenbaar* worden gedaan, dus met anderen inkt of met een aanteekening, *nooit* met radeeren, a.a. De reductie wordt later, als de getijbeweging is berekend, duidelijk ingeschreven. Indien het constructiewerk niet wordt uitgevoerd met gradenboog of plaatspasser, wordt met behulp der Hydrografische Tafels de lengte der loodlijn (cotangeeren) bij iederen hoek ingeschreven. Indien het loodingwerk is uitgevoerd met het echolood vormen de registreerrollen een deel van het register. Deze rollen moeten dus met zorg worden opgeborgen in goedsluitende bussen, op welke duidelijk moet worden aangeteekend: jaartal, terrein, loodingtocht met snelliusnummers en datum. Deze zelfde aanteekeningen worden ook bijgeschreven op het begin of eind van elke registreerrol.

Bij *peilschaalboekjes* altijd aanteekenen, welke tijd (zône-, standaard- of plaatstijd) gebezigd is.

Hydrografische rapporten moeten kort en bondig, doch uiterst *volledig* worden opgesteld. Zij zijn de grondslag, waarop het Bureau Hydrografie de besluiten bouwt omtrent netswijzigingen en aansluitingen, zij moeten een duidelijk beeld geven van de bereikte nauwkeurigheid, zij zijn — in verband met de in den Haag getrokken conclusies en beslissingen — een bron van studie en vorming van toekomstige opnemers. Vooral de methode van basismeting en trianguleeren, de ondervonden moeilijkheden en op welke wijze deze opgelost werden, zijn van veel belang. Adviezen omtrent netswijziging a.a., mits goed geargumenteerd, zijn onmisbaar.

In het voorgaande is behandeld, op welke wijze een geregelde opneming plaats heeft. De Oost Indische Archipel is, de Zuidkust van Nieuw Guinee uitgezonderd, aldus in kaart gebracht en

vluchtige opnemingen zijn niet meer in gebruik. Men verstaat onder dezen term in het algemeen een oppervlakkiger, minder tijdroovende uitvoering van opnemen en men was daartoe vroeger gedwongen, omdat er zoo snel mogelijk kaarten, zij het onvolledige, moesten worden vervaardigd. Getrianguleerd werd er niet, de ligging der eilandengroepen werd vastgelegd door astronomische plaatsbepaling, waaraan zoo mogelijk astronomische peilingen werden toegevoegd. Van 1862—1871 heeft professor dr. J. A. C. Oudemans, wiens waarnemingen gemerkt met zijn naam, nog in vele oude gegevens voorkomen, dezen arbeid verricht, van 1871—1894 zijn door verschillende zeeofficieren speciale reizen voor dit doel door den Archipel gemaakt.

Vluchtige opnemingen geschiedden bijna alle door oorlogsschepen of door de gouvernementsmarine, dus niet door deskundigen; de vluchtigheid van het loodingwerk en het in kaart brengen der eilanden en kusten had in alle schakeeringen plaats, opklimmend van een gegist bestek, en van een eenvoudige reeks peilingen met voortdurend looden, tot werkwijzen welke een geregelde opneming vrijwel benaderden.

Het uitwerken en combineeren van dergelijke loodingslagen en peilingen op nog onbekende punten, („running survey") van verschillende passeerende schepen, moest aan Bureau Hydrografie worden overgelaten, het was boeiend, en gaf soms verrassend goed en vaak teleurstellend resultaat. Het behoort nu tot het verleden en indien men voor rivieren, in verband met den beschikbaren tijd, wellicht van de geregelde en degelijke methoden zal afstappen, dan wijst het gezonde verstand den weg der vereenvoudiging. *Rondmetingen* zijn bij het schikken en verschikken der gegevens van hooge waarde, en eveneens het *schetsen*, uit de hand, gedurende het varen, van het passeerende terrein. Bij het vinden van *gevaren* moet de vluchtigheid worden losgelaten, deze moeten altijd worden onderzocht op diepte en uitgestrektheid; de ligging wordt vastgesteld door hoekmeting van kenbare punten.

HOOFDSTUK IV

TEEKENWERK

So geographers in Afric maps,
With savage pictures fill their gaps
And o'er unhabitable downs
Place elephants for want of towns.

Swift

De uit berekening en op andere wijze bij het opnemingswerk verzamelde gegevens worden op schaal, op een afzonderlijk vel papier geconstrueerd. Dit **constructieblad** wordt begonnen met het

trekken van een coördinatennet. In Nederland bezigt men daartoe gedrukte netten met om de 5 cm getrokken loodrechte x en ij coördinaten, waarop zonder meer de bekende afstanden van de triangulatiepunten t.o.v. Amersfoort in de stereografische projectie worden afgezet. Voor deze x en ij coördinaten zie blz. 61 „Kaartprojecties". In Indië wordt een net van parallellen en meridianen volgens de projectie der rechthoekige platkaart over het papier getrokken (zie „Kaartprojecties" en Hydrografische Tafels), de afmetingen van het constructieblad worden bepaald door de ligging der te bezigen triangulatiepunten.

Indien a het aantal minuten lengteverschil is tusschen den Westelijksten en Oostelijksten meridiaan van het constructieblad, en b het breedteverschil tusschen de Zuidelijkste en Noordelijkste parallel, en de schaal van het blad s, dan is de breedte van het constructieblad: $\frac{a \times p}{s}$ en de hoogte: $\frac{b \times m}{s}$, in welke formules p en m de lengte zijn van één minuut van de parallel en van den meridiaan op de middelbreedte; men vindt deze gegevens in tafel III der Hydrografische Tafels. Men vangt aan op het vel teekenpapier ongeveer in het midden een zoo zuiver mogelijk rechthoekig kruis te trekken, in inkt, en zet met twee stangpassers van uit het kruispunt naar onder en boven $\frac{b \times m}{2\,s}$ en naar rechts en links $\frac{a \times p}{2\,s}$ af. Daarna zet men met de stangpassers deze afstanden, welke oorspronkelijk van de verdeelde koperen liniaal zijn afgenomen. af uit h en d, en uit b en f. De snijpunten der bogen worden fijn aangeprikt en de grensmeridianen en parallelen ag en ce, en ac en ge (ieder door drie punten) getrokken. Dit kader wordt nu onderverdeeld in rechthoeken van één, twee of vier lengte- en breedteminuten al naar gelang de schaal van het blad. Ten einde hiertoe het kader niet te beschadigen door veel passerprikken, wordt veelal een buitenkader getrokken. Nadat alle

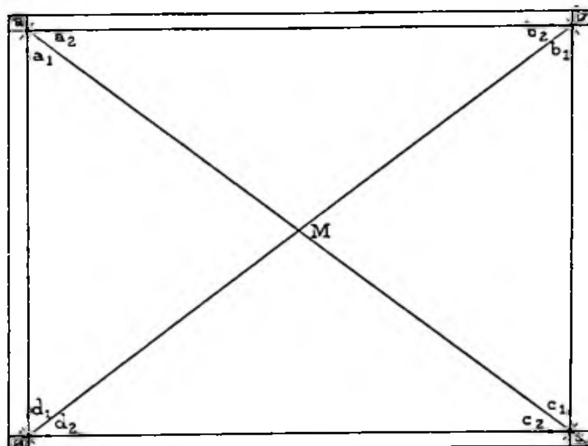
meridianen en parallellen getrokken zijn, in inkt (nooit eerst de lijnen in potlood trekken, dit heeft geen enkel nut), wordt het net gecontroleerd 1e met het voortwandelen met den passer langs de verdeelingen, waardoor een mogelijke onnauwkeurigheid wordt vergroot en dus ontdekt, 2e met de deugdelijk gecontroleerde liniaal diagonaalsgewijs te leggen. Roode inkt is dunner en trekt dus makkelijker, ze verschiet en verdwijnt echter ook sneller. De meridianen en parallellen worden genummerd, aan den achterkant van het papier wordt duidelijk aangegeven: constructie- of minuutblad; naam van het kust- of zeegedeelte, waarop het betrekking heeft, naam van het schip, jaartal, de berekening van het net en de grenzen van het blad; onderteekening door den Commandant. Verder alles wat bij later gebruik van dienst zou kunnen zijn, b.v. de beteekenis van gebruikte teekens en afkortingen, indien deze mochten afwijken van de vastgestelde tabel; verklaring van een tweede gecorrigeerde net, en eventueel andere zaken. Een andere wijze om een net te trekken is als volgt:

Men zet met potlood een kruis diagonaalsgewijs van hoekpunt tot hoekpunt op het blad. Vanaf het kruispunt M cirkelt men met den stangpasser met een doelmatige opening naar de vier hoekpunten gelijke afstanden op de diagonalen af. De snijpunten a, b, c, en d van deze cirkelboogjes met de diagonalen worden aangegeven door een passerprik en moeten zoo mogelijk buiten het te trekken net vallen. Deze punten worden d.m.v.

potloodlijnen, welke tot den rand van het blad worden doorgetrokken, verbonden. Deze lijnen staan twee aan twee loodrecht op elkaar.

Vervolgens zet men met een haarpasser vanaf de hoekpunten a en b langs de lijnen van den getrokken rechthoek gelijke stukken aa_1, en bb_1, zoodanig af, dat de verbindingslijn a_1 b_1, welke één zijde van het net vormt op den gewenschten afstand van den rand van het blad valt. Op overeenkomstige wijze handelt men voor de punten a_2 en d_2.

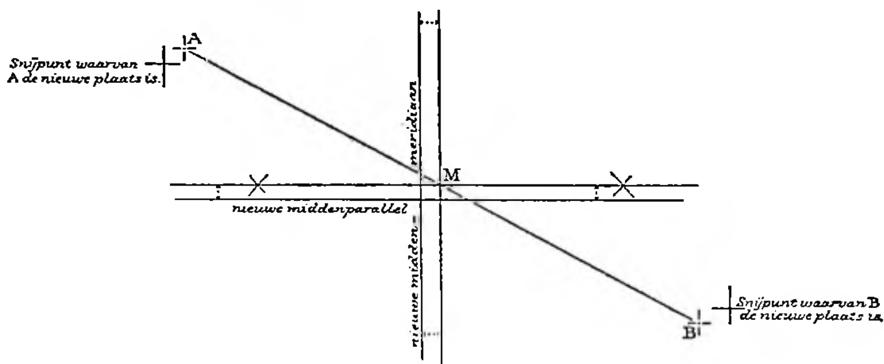
Daarna past men met de verdeelde liniaal vanaf deze punten langs de (potlood) rechthoekszijden de gewenschte afmetingen af en verkrijgt alsdan de punten b_2, c_2, c_1 en d_1, welke met een passerprik worden aangegeven. Vervolgens trekt men de rechthoekszijden door de punten a_1, b_1, b_2, c_2, enz. direct in inkt. De aldus verkregen omtrek van het net wordt langs de inktlijnen van hoekpunt tot hoekpunt op de juiste afmetingen gecontrôleerd. Blijkt zulks goed te zijn, dan kan met wandelen langs de potloodlijnen aangevangen worden.



Het kan voorkomen, dat ten behoeve van aansluiting aan een reeds verrichte opneming of op grond van later ontvangen gegevens het oorspronkelijk getrokken net moet worden verbeterd. Hoewel in het algemeen de beslissing in deze zaken, en dus de uitvoering ervan door het Bureau Hydrografie wordt genomen, is het mogelijk, dat zulks reeds aan boord moet worden gedaan. Alsdan berekent men op grond van de beschikbare gegevens de breedte en lengte volgens het nieuwe net van twee scherp aangegeven punten, welke zoo mogelijk in twee tegenoverliggende hoeken van het blad, althans ver van elkander liggen. Voor deze punten kunnen zeer goed snijpunten van meridianen en parallellen van het oude net dienst doen. Uit die coördinaten leidt men het gemiddeld azimuth en den afstand der punten af. De verhouding van dezen afstand tot dien, welke de punten volgens het oude net uit elkaar lagen, geeft den factor aan, waarmede de noemer van de oude schaal vermenigvuldigd moet worden om die van de nieuwe te krijgen.

Voor de constructie van het nieuwe net verbindt men de beide punten

(A en B) door een potloodlijn en deelt deze nauwkeurig middendoor. Met behulp van een later te beschrijven constructie, trekt men door het middelpunt M, uitgaande van de bekende richting die de lijn AB in het nieuwe net moet hebben in potlood de Noord-Zuid of Oost-Westlijn. Vervolgens richt men op deze lijn in het punt M een loodlijn op. Men heeft daardoor de nieuwe parallel en den nieuwen meridiaan van de breedte en de lengte van het punt M verkregen. Deze breedte en lengte zijn de gemiddelden van die der punten A en B. Bereken alsdan op welke afstanden, volgens de nieuwe schaal, de naastbij gelegen te trekken meridiaan en parallel van het nieuwe net moeten liggen van die van het punt M en construeer lijnen evenwijdig aan het kruis door M. Op dit nieuwe kruis wordt vervolgens het nieuwe net gebaseerd.



Ook kan men berekenen hoeveel de vier uiterste snijpunten van parallellen en meridianen volgens het nieuwe net verplaatst moeten worden, deze punten construeeren en onderling verbinden. Men verdeelt vervolgens de afstanden tusschen deze uiterste lijnen in het vereischte aantal stukken en trekt daarna de overige parallellen en meridianen.

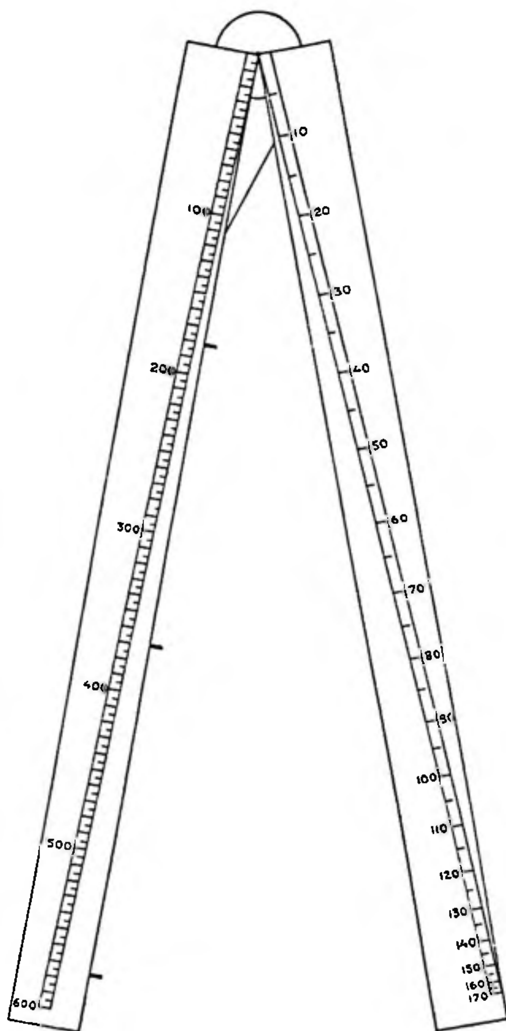
Het kan in sommige gevallen voorkomen, dat de voorkeur moet worden geschonken aan een netswijziging, waarbij niet de algemeene schaal wordt veranderd, gepaard met een algemeene wijziging van richtingen, doch de breedte- en de lengteschaal elk afzonderlijk. In dat geval berekent men volgens de beschikbare gegevens hoeveel de uiterste parallellen en meridianen verplaatst moeten worden en trekt daarna de overige lijnen van het net even als boven.

Het nieuwe net wordt ter onderscheiding in een andere inktsoort getrokken.

De beredeneering van een dergelijke netswijziging behoort uitvoerig in het Hydrografische Rapport te worden vermeld (zie blz. 104).

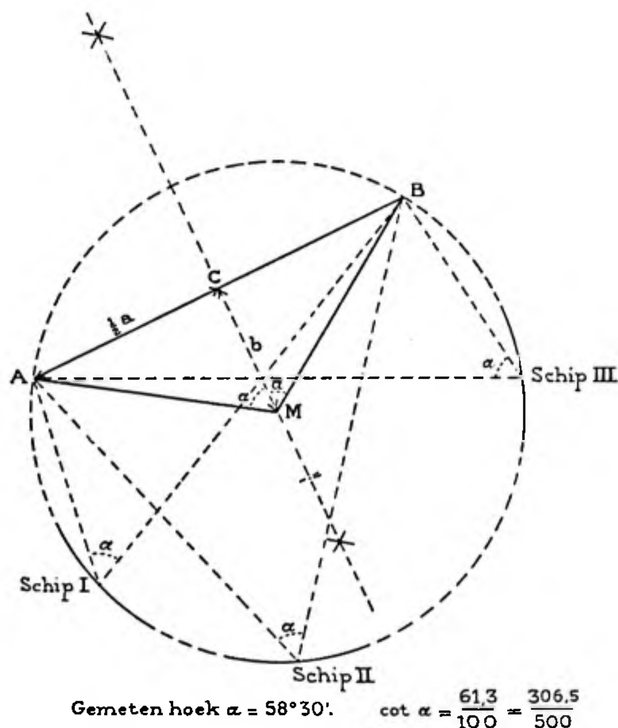
Nadat het oorspronkelijke net van het constructieblad is getrokken, worden de berekende triangulatiepunten met behulp van de proportieliniaal op het blad afgezet.

De proportieliniaal. In onderstaande teekening is op het linkerbeen de voorkant afgebeeld, zooals beide beenen zijn verdeeld, op het rechterbeen de achterkant der beenen. De voorkant wordt benut voor het vinden van *evenredige deelen*. Indien men de proportieliniaal, kortweg de „tang" genoemd, opendraait tot een zekere lengte l met een passer kan worden afgezet tusschen de punten 100, dan vindt men met den passer den afstand $2\,l$ tusschen de punten 200, de afstand $\frac{1}{2}\,l$ tusschen de punten 50. Voor twee doeleinden komt deze werkwijze bij hydrografie vaak van pas, nl. voor het afzetten van coördinaten van punten, en voor het construeeren van een snellius.



1°. Punten, waarvan de breedte en lengte bekend zijn, worden op het constructieblad als volgt afgezet. Men neemt den afstand tusschen twee parallellen tusschen den passer, opent de tang tot deze afstand ligt tusschen de punten 120, 240, 300 al naarmate de parallellen getrokken zijn om de 2, 4 of 5 minuten. Ieder punt van de verdeeling van de tang is dan 1 seconde, en het aantal seconden dat de breedte van het punt bedraagt, wordt bij de gelijkluidende punten van de tang afgenomen en afgepast vanaf de onderste parallel, daarna het complement van af de bovengelegen parallel. Zijn bijv. op een constructieblad de parallellen 3° 12′, 3° 16′, 3° 20′ en de meridianen 110° 10′, 110° 14′, 110° 18′

getrokken en is het berekende punt: 3° 13′ 16″ N en 110° 12′ 35″ E, dan zet men achtereenvolgens op de meridianen van 110° 10′ en van 110° 14′ vanaf de parallel van 3° 12′ den afstand 76 naar boven af en eveneens van de parallel van 3° 16′ den afstand 164 naar beneden af. Bij nauwkeurigen arbeid moeten op iederen meridiaan de beide punten op elkaar vallen; men verbindt de punten der beide meridianen met een dunne



potloodlijn en de parallel van het te construeeren punt is gevonden. Eveneens zet men na de tang open gelegd te hebben op den afstand tusschen twee meridianen, langs de parallellen van 3° 12′ en 3° 16′ vanaf den meridiaan 110° 10′ den afstand 155 en vanaf den meridiaan 110° 14′ den afstand 85 af, verbindt de licht aangeprikte punten, dan is ook de meridiaan van het af te zetten punt geconstrueerd en daarmede het punt zelf gevonden. Men prikt het even aan, zet er een kruis omheen en den naam erbij.

Voor deze werkzaamheid, het z.g. „plotten" (zie noot op blz. 27) gebruikt men bij voorkeur twee tangen, als meerdere punten achter elkaar moeten worden afgezet, nl. één voor de breedte en één voor de lengte.

2°. Voor het vinden van het middelpunt van de omgeschreven cirkels van een snelliusconstructie, zie blz. 110, is de afstand CM noodig. $\frac{CM}{AC} =$ $\cot \alpha$, dus $CM = \frac{1}{2} a \cot \alpha$. De waarde van de tangens en van de cotangens van alle hoeken tusschen 0° en 90°, voor een straal = 100, vindt men in de oude Hydrografische Tafelen 1913 en in de Zeevaartkundige Tafelen van D. J. Brouwer, herzien door G. F. Tydeman 1896; de Hydrografische Tafels 1938 geven de waarde van de cotangens van alle hoeken tusschen 0° en 180° voor een straal van 500. Legt men dus de tang met $\frac{1}{2}a$ op 100, dan is 61,3 de lengte van CM, legt men de tang op 500, dan is 306,5 de gezochte afstand. Aangezien het logischer is — de praktijk wijst zulks direct uit — de tang op 500 te leggen, zijn de Tafels 1938 met een straal = 500 berekend. Men kan zich echter ook zeer goed behelpen met de oude Tafels met straal 100 en met straal 1 en toch den afstand $\frac{1}{2}a$ op 500 te leggen.

De cotangens van hoeken kleiner dan 45° is grooter dan 1; daarom wordt op de loodlijn vanuit C de afstand $\frac{1}{2}a$ en a afgezet. Men vindt nl. in de Hydrografische Tafels 1938 bijv. voor cotangens 28° 0′: 940,5. De tang loopt slechts tot 600, doch men heeft thans op het constructieblad op de loodlijn reeds 500 (= $\frac{1}{2}a$) afgezet; men neemt dus van de tang 440,5 tusschen den passer en zet deze af vanaf het aangestipte punt $\frac{1}{2}a$.

Behalve de twee bovengenoemde doeleinden van den voorkant van de proportieliniaal, welke bijna dagelijks voorkomen, kan men een dergelijke evenredige verdeeling bezigen voor het vinden van een lengte, welke door eenige formule wordt uitgedrukt, bijv. de formule voor de koorde van een hoek: $K = 2r \sin \frac{1}{2}\alpha$. Tafel II der Hydrografische Tafels 1938 geeft de waarde $1000 \times \sin \frac{1}{2}\alpha$ ($r = 500$).

De koorde kan overigens nog eenvoudiger worden gevonden met behulp van den achterkant van de tang, waarvan de verdeelingen volgens deze formule zijn berekend. Legt men de tang open met de lengte van r tusschen de punten 60 van den achterkant, dan geven de verdeelingen direct de lengte der koorde van elken hoek zonder verdere berekening.

In het algemeen zal men bij construeeren van belangrijke punten steeds den gezochten afstand èn het complement ervan afzetten, bijv. de cotangens en 500–cot., de koorde van een hoek en van 60°–hoek; bij het construeeren van een snellius zet men behalve den 1en en den 2en hoek, ook de som af.

De proportieliniaal is geen bijzonder zuiver instrument. Bij de keuring wordt een nauwkeurigheid van 0,2 mm bij het werken met de evenredige deelen geeischt, in de praktijk kan men echter opmerken, dat men den passer gemakkelijk een weinig wijder of nauwer kan zetten; de gaatjes worden soms wat te groot, het draaipunt slijt wat uit, door een en ander wordt de genoemde nauwkeurigheid spoedig niet meer bereikt. Het instrument moet zeer zorgvuldig worden behandeld, goed vlak gelegd worden om het teere scharnier en spil niet te wringen met de zware beenen, en de passer moet voorzichtig

behandeld worden om de ingeslagen puntjes niet te „graven". Het wordt steeds op een vel papier en tusschen loodjes gelegd om vallen en schuiven te voorkomen, en schoongehouden met een drogen flanellen lap zonder poetsmiddel. Is de tang te zwart geworden, dan maakt men schoon met spiritus of zwak zoutzuur, in het laatste geval afwrijven met olie en de gaatjes en streepjes zorgvuldig reinigen. De groote waarde van het instrument ligt in het *vlug* vinden van de gezochte lengte der loodlijn bij de snelliusconstructie. Het wordt vervaardigd door de instrumentenfabriek van G. de Koningh te Arnhem en kost ± f 100,—.

Indien men niet in het bezit van een proportieliniaal is, zooals kan voorkomen als een niet-opnemingsvaartuig een opnemingsarbeid uitvoert, kan men het „plotten", het afzetten van punten in breedte en lengte of in x en y, zeer goed doen met den dubbelen decimeter. Bezigt men hierbij een loupe en een nauwkeurigen dubbelen decimeter, prikt men de punten met een naald aan en werkt men van twee kanten uit, dan kan men een alleszins voldoend resultaat verwachten. Het is noodig, den dubbelen decimeter te contrôleeren, daar deze niet altijd even zuiver zijn, het zijn goedkoope massa artikelen. Vooral als rechtlijnig liniaaltje toonen zij vaak afwijkingen, hetgeen een ieder gemakkelijk kan contrôleeren door het liniaaltje met den verdeelden kant op een plat vlak te zetten.

In het algemeen kan betreffende teekenwerk niet genoeg de nadruk gelegd worden op het gebruik van prima teekenmateriaal en instrumenten en het is duidelijk, dat men deze niet alleen verkrijgt door aankoop of verstrekking maar voornamelijk door groote zorg en voorzichtigheid bij het gebruik. Verder is een lichte hand en netheid, zindelijkheid van groot belang, en eveneens weinig radeeren, licht aanprikken, goede keuze van potlooden.

Zijn de triangulatiepunten en bakens afgezet, dan kan met het construeeren der loodingtochten en rondmetingen worden begonnen. Kleine hoeken, welke van groot belang zijn en op verweg gelegen punten zijn gemeten, worden niet met den gradenboog, doch met de koorde geconstrueerd.

De *Snellius*, de algemeen aanvaarde plaatsbepaling bij loodingwerk, wordt gewoonlijk geconstrueerd met behulp van de loodlijnen, getrokken op het midden der verbindingslijnen van de meetpunten. Deze loodlijn is de gemeenschappelijke plaats van de middelpunten van alle cirkels, welke door deze meetpunten en door de meetplaats gaan. Het vinden van deze middelpunten met behulp van de proportieliniaal werd op blz. 111 beschreven.

Een tweede en eenvoudiger methode voor het afzetten van een snellius levert de

gradenboog. Bij het gebruik van dit instrument legt men het middelpunt der verdeeling op een der beide punten, waarop de hoek gemeten is, zoodanig dat de straal van 90° de verbindingslijn dekt; telt vervolgens van den straal van 0° of 180°, gericht naar de zijde waar de sloep zich bevindt, den gemeten hoek af en zet bij het verkregen eindpunt de passerpunt.

Vervolgens plaatst men den rechten kant van den gradenboog langs het punt, waarop het middelpunt lag en de passerpunt en prikt het snijpunt van den kant en de loodlijn aan. Het prikpunt is het middelpunt van den verlangden boog. Bijv. bij den hoek AB 41°, oplossing zie figuur.

Is de gemeten hoek klein, dan valt het middelpunt van den cirkel ver buiten den gradenboog en wordt de methode onnauwkeuriger. Men komt daarin tegemoet, door den dubbelen hoek af te zetten; daarna cirkelt men den afstand AM' — zie figuur — om op de loodlijn. MM' = AM' zijnde vindt men zoodoende M.

Ook kan men AP middendoor deelen en uit A' den gemeten hoek afzetten waarna men uit M^2 den afstand PM^2 omcirkelt en aldus M vindt.

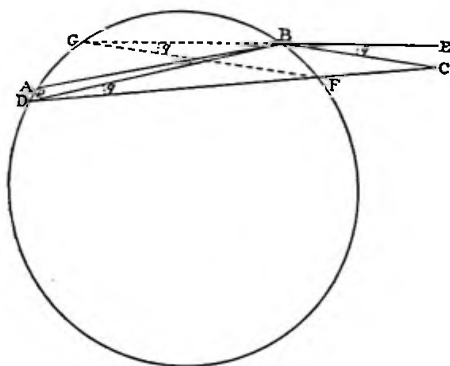
De derde methode voor het afzetten van een snellius levert de **plaatspasser.** Het instrument is bekend. Bij den Hydrografischen Dienst van vele landen gebruikt men vrijwel uitsluitend dit instrument, doch met grooteren cirkel dan bij de Ned. Marine wordt verstrekt, de beenen worden verplaatst met behulp van een getanden rand en een wormwiel, op welks as een verdeelde trommel zit, zoodat zonder loupe en toch zeer nauwkeurig tot op één minuut wordt ingesteld. Deze inrichting is overeenkomstig de bekende trommelsextanten van de Engelsche firma Hughes e.a.

In de sloep wordt het gewone marinemodel gebruikt, dáár heeft de plaatspasser echter het nadeel, dat men bij eenige onoplettendheid niet gewaarschuwd wordt, als de snellius ongunstig wordt, hetgeen men bij gebruik van den gradenboog

dadelijk constateert. Om deze fout te ontgaan trekken sommige opnemers op het sloepsblad ter waarschuwing den omgeschreven cirkel der voornaamste snelliussen. Een voordeel van den plaatspasser is, dat deze automatisch den cirkel van de som der gemeten hoeken in het geding brengt.

Voor het constructieblad aan boord mogen zoowel de plaatspasser, als de gradenboog en de proportieliniaal worden benut. Voor de gewone loodingslagen zijn de twee eerstgenoemde nauwkeurig genoeg en hebben het voordeel, dat deze methoden vlugger zijn en dat het „cotangeeren" overbodig is; de plaatspasser kan *niet* dienen als twee hoeken zijn gemeten op vier, instede van op drie punten, deze heeft echter het voordeel, dat geen loodlijnen behoeven getrokken te worden en kleine hoeken en raaklijnen makkelijk worden afgezet; met een precisieplaatspasser als boven beschreven werkt men aangenamer en vlugger dan met de proportieliniaal. De klacht, die wel eens gehoord wordt, dat het constructieblad vuil wordt door het schuiven met den plaatspasser, kan ondervangen worden 1°. door het instrument goed schoon en droog te houden en licht te vernissen, 2°. door het constructieblad te bedekken met celofaan, dat nu en dan langs een der kanten kan worden opengeslagen om de doorgeprikte plaatsbepalingen te nummeren en met potlood te verbinden.

De proportieliniaal is een instrument, dat alleen bij den Nederlandschen hydrografischen dienst bekend is. Vroeger werd het ook in Frankrijk benut (compas de proportion), thans niet meer. Men construeert daar heden met den gradenboog of de cotangens, in ieder geval worden de loodlijnen benut. In Engeland, Duitschland en Amerika wordt het loodingwerk uitsluitend met den plaatspasser afgezet (Eng. station pointer, Duitsch Doppeltransporteur, Am. three arm protractor, Fr. rapporteur). Het eigenlijke „plotten" geschiedt daar zooals gezegd door het afzetten van hoeken met behulp der koorden, met berekende afstanden en dus met verdeelde liniaal en dubbelen decimeter. De naam „Snellius" is eveneens alleen in Nederland bekend, doch deze *methode* van plaatsbepaling is algemeen. Engeland zegt „positionfinding by the two circle method" (hetgeen eigenlijk moet zijn three), Duitschland: „Doppelwinkelmessung nach drei Objecten".



Het afzetten van kleine hoeken door middel van de loodlijn is òf moeilijk uitvoerbaar, òf geeft kans op groote constructiefouten. Toch geeft een kleine hoek dikwijls een uitstekende snijding en is soms ook de eenige mogelijkheid. Men construeert een kleinen hoek als volgt:

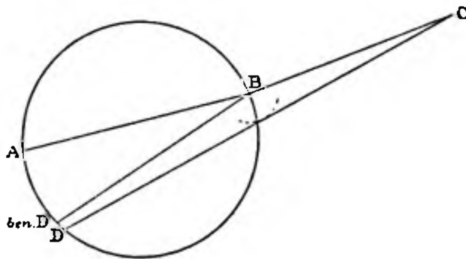
In de figuur op blz. 114 zijn A, B en C de drie snelliuspunten, waartusschen de hoeken p en q gemeten zijn, de eerste omgeschreven cirkel van p wordt op de gewone wijze getrokken. Zet nu q af op BC met de koorde, verleng BE naar links tot zij den cirkel snijdt, in G, trek GF evenwijdig aan BC, trek CF, verleng deze tot zij weer den cirkel snijdt, dan is D de meetplaats.

Of korter nog:

Zet door middel van de koorde q af op AB, dan geeft dit direct punt F (zie hiernaast).

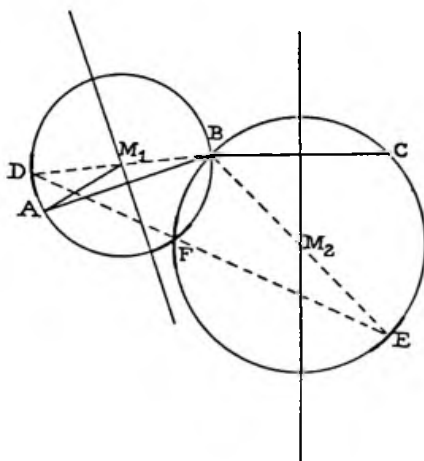
Een loodrechte snijding met den cirkel ter bepaling van F krijgt men door $2\,q$ op BM af te zetten.

Ligt het punt C ver weg en is, zooals meestal wel het geval zal zijn de gezochte plaats D bij benadering bekend, dan trekt men vanuit B den cirkelboog DB *sin q*, welke lengte men, met de proportieliniaal op BD, van deze kan afpassen. De raaklijn uit C aan dit boogje snijdt den cirkel ADB op de juiste plaats D. Ligt C dichtbij, dan is deze methode onnauwkeurig.



Ligt de waarnemingsplaats dicht bij het middelste punt, dan geven de bogen van eersten en tweeden hoek geen goede snijding en zal de som der hoeken wèl een goede snijding geven, doch dit zal indien de som groot is, moeilijkheid in de constructie geven. Men kan dan de som door middel van den plaatspasser of met een stuk calqueerpapier, waarop deze som is afgezet, door verschuiving langs de getrokken cirkels doen meehelpen aan het vinden der gezochte plaats. Door constructie kan men ook een goede snijding met de beide bogen vinden op de volgende wijze:

Trek de middellijnen BM_1D en BM_2E. De verbindingslijn DE snijdt de beide cirkels in de standplaats.



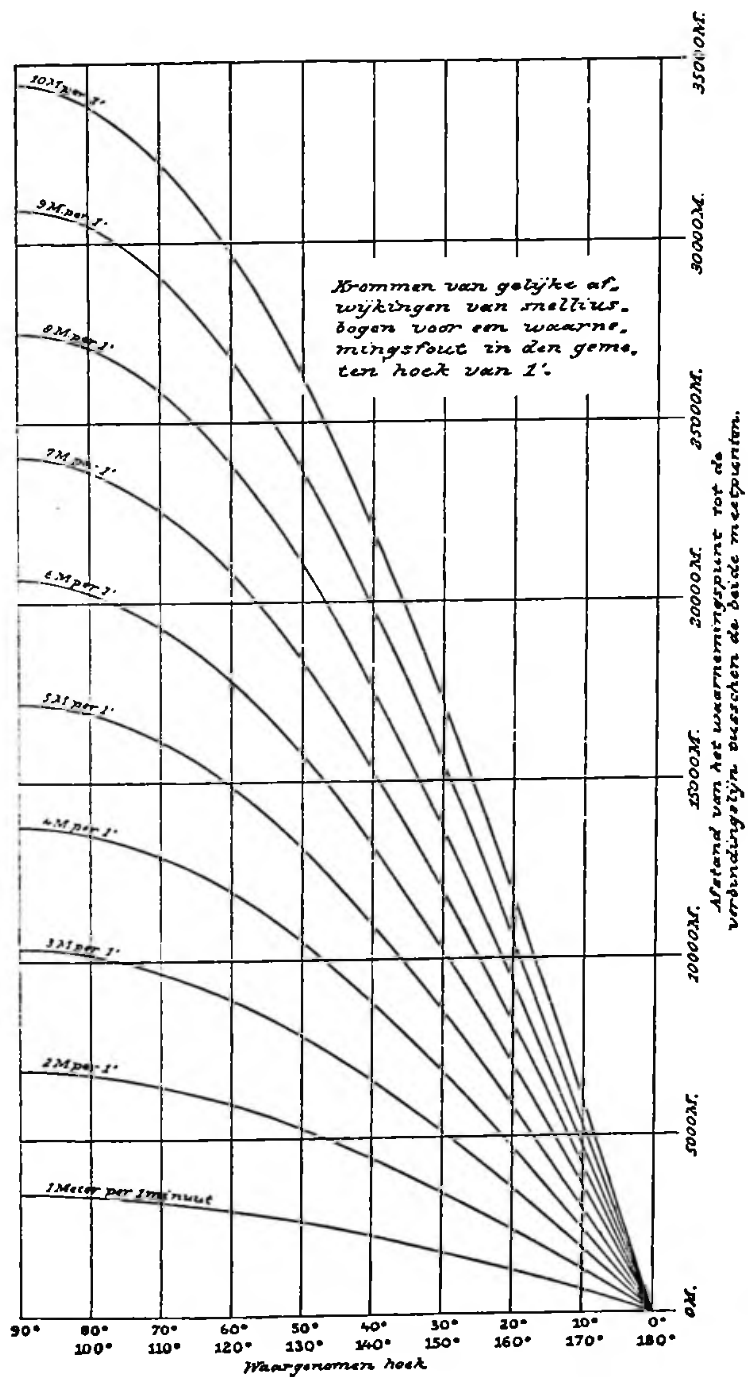
Is een hoek slechts een enkele maal gemeten en is de loodlijn nog niet getrokken, dan kan men zonder loodlijn toch het middelpunt van den omgeschreven cirkel vinden door de methode van den gradenboog aan beide zijden uit te voeren. Het snijpunt der stralen van den gradenboog uit beide meetpunten A en B getrokken geeft het gezochte middelpunt aan.

Ook kan men vanuit A en B een boog trekken, waarvan de straal $= \frac{1}{2}\, a$ cosec α = straal van den omgeschreven cirkel. Het snijpunt is weer het middelpunt.

Een aandachtig teekenaar zal bij het constructiewerk in ieder geval zelf de mate van nauwkeurigheid kunnen beoordeelen, waarmede de gemeten hoeken moeten worden geconstrueerd; hij ziet de gevolgen, als men een hoek één minuut of tien minuten verkeerd toepast, in de verschuiving der bogen of snijlijnen over of langs elkaar. Deze invloed hangt af van de schaal, waarop men teekent, van de grootte der hoeken en van den afstand der meetpunten. Aan de hand hiervan besluit hij, welke der boven beschreven methoden bij het construeeren gevolgd zal worden en de nauwkeurigheid waarmede hij de hoeken langs den gradenboog of op den plaatspasser zal afzetten. De opnemer moet nauwkeurig construeeren en nauwkeurig hoeken meten, maar niet nauwkeuriger dan nuttig is. Men cijfert niet met 8 decimalen als 3 decimalen voldoende is, men meet geen hoeken in minuten als, bijv. door den kleinen afstand, graden voldoende zijn, men legt de loodingslagen niet nauwer dan noodig is, men construeert niet nauwkeuriger dan merkbaar is, men teekent niet op grooter schaal dan noodig is.

Wat betreft de nauwkeurigheid van hoeken meten, wordt op blz. 117 nogmaals de grafiek weergegeven, welke op blz. 76 van „de methode der kleinste kwadraten, enz." is afgebeeld, betreffende de fout in den snelliusboog tengevolge van een fout in den hoek.

Wanneer men volgens de hierboven beschreven methoden alle plaatsbepalingen heeft geconstrueerd, waarbij ieder punt met den passer wordt *geprikt*, worden deze met een dunne lijn verbonden zoodat de afgelegde route



Krommen van gelijke af-
wijkingen van snellius-
bogen voor een waarne-
mingsfout in den geme-
ten hoek van 1'.
10 M per 1'
9 M per 1'
8 M per 1'
7 M per 1'
6 M per 1'
5 M per 1'
4 M per 1'
3 M per 1'
2 M per 1'
1 Meter per 1 minuut
35000 M.
30000 M.
35000 M.
20000 M.
15000 M.
10000 M.
5000 M.
0 M.
Afstand van het waarnemingspunt tot de
verbindingslijn tusschen de beide meetpunten.
90° 80° 70° 60° 50° 40° 30° 20° 10° 0°
100° 110° 120° 130° 140° 150° 160° 170° 180°
Waargenomen hoek

duidelijk te volgen is, de nummers van enkele snelliussen worden bijgeschreven en alles met blauwen inkt ingeteekend; triangulatiepunten, bakens en ankerplaatsen van het schip met een kruis of cirkeltje verduidelijkt en voorzien van naam of nummer. De verschillende snijlijnen, waarmede kenbare punten, boomen, bergtoppen, rotsen, enz. werden vastgelegd, raaklijnen aan hoeken en eilanden, plaatsbepaling der kustlijn, enz. moeten bij het construeeren met *hard* potlood met platte punt worden getrokken en mogen later niet worden uitgewischt; het is aan te bevelen, de belangrijkste dezer lijnen met inkt na te trekken, zoodat later de waarde van deze punten kan worden beoordeeld. Topografische namen behoeven op het constructieblad niet te worden ingevuld, tenzij zulks noodig is om de in de registers ingeschreven metingen terug te vinden.

De **schaal** waarop constructieblad en minuutblad worden opgezet, hangt af van de ingewikkeldheid der af te beelden kust en van den afstand der loodingslagen. Men kiest de schaal zóódanig, dat alle werk duidelijk en ruim gedetailleerd kan worden afgebeeld.

Voor het overbrengen van kustlijn en loodingwerk van constructieblad op minuutblad is een zelfde schaal voor beide bladen het makkelijkst. Echter is men dikwijls gedwongen het constructieblad op kleiner schaal te teekenen, omdat daarop somtijds zeer veraf gelegen meetpunten moeten voorkomen.

De nauwkeurigheid en gedetailleerdheid waarop de opnemingsarbeid wordt uitgevoerd hangt af van de belangrijkheid van het terrein, van het feit of er nog gedregd zal worden, van het bestaan van goede topografische kaarten, en van den aard van den zeebodem. Aan de hand van deze overwegingen beslist de leider eener opneming: „men zal de loodingslagen leggen op 100 m of op 500 m afstand"; daarom zal de schaal van het *minuutblad* moeten zijn ± 1 : 20.000 of 1 : 100.000, aannemende dat loodingslagen ongeveer 5 mm noodig hebben om behoorlijk geteekend te worden.

Men bezigt vaak de uitdrukking: „er wordt opgenomen op 75.000 en dan leggen we dus de slagen op 400 m". Deze uitdrukking is verwarrend en, zooals uit het bovenstaande blijkt, is de redeneering omgedraaid. Wèl is het waar, dat men soms verleid wordt om nauwer te gaan looden, omdat men op groote schaal is begonnen te teekenen, doch, hoe begrijpelijk dit ook is, het is inconsekwent, en deze inconsekwentie leidt tot veel onnoodig werk. Men hoede zich dus voor teekenen op te groote schaal; indien er gedeelten zijn (baaien, onderzoek van ondiepten, e.d.) welke nauwer dan het overige terrein moeten worden belood, dan teekent men alleen deze stukken op grootere schaal. Het is onnoodig en zelfs ongewenscht om dit gedeelte daarna te verkleinen en op het groote minuutblad in te voegen. Dit kan worden overgelaten aan Bureau Hydrografie.

Papier is een zeer onvolmaakt materiaal om nauwkeurig constructiewerk van belangrijke afmeting af te zetten, aangezien papier zeer onderhevig is aan krimp en rek tengevolge van vocht en droogte. Hiertegen is slechts één

afweermiddel, nl. het plakken op een zink- of aluminiumplaat, doch voor groote bladen zooals bij Hydrografie in gebruik zijn, zal men hiertoe slechts zeer noode besluiten. Men kan zich — gezien de graad van nauwkeurigheid van het hydrografische werk — in verreweg de meeste gevallen wel bij dit euvel neerleggen, doch men moet zich bewust blijven, dat het bestaat en dat het construeeren over groote afstanden moet worden vermeden.

Geschept Hollandsch papier „van Gelder" krimpt en rekt in lengte en breedte in dezelfde mate, omdat de vezels zonder eenigen regelmaat door elkaar liggen, doch bij machinaal, in rollen vervaardigd, papier liggen de vezels alle in één richting. In deze richting is de vervorming grooter dan dwars er op, en daardoor ontstaat misvorming in de teekening, terwijl van Gelder papier slechts algemeene schaalwijziging ondergaat. Nog erger dan bij machinaal vervaardigd teekenpapier is het gesteld met kaartpapier dat bij den koperdruk vochtig door de zware pers is gegaan, zooals met onze zeekaarten het geval is. De krimp dezer kaarten stijgt zelfs een enkele keer tot 3 % in één richting en loodrecht daarop soms niets, soms 0,5 %. Daarom zijn deze gedrukte zeekaarten gevaarlijk materiaal om door afpassing afstanden en richtingen te verkrijgen. Neemt men bijv. op een kaart van groote afmetingen een snellius op drie ver uit elkaar liggende bergtoppen of torens, en zet men deze snellius af op een willekeurig ex. der kaart, en eveneens op een ex. dat de zuivere afmetingen heeft behouden, dan geeft dit somtijds een verschil in de meetplaats van 5 mm, en op een ander ex. wellicht slechts 1 mm. Doet men hetzelfde op een kaart, die in alle richtingen evenveel gerekt of gekrompen is, dan krijgt men de juiste breedte en lengte. Slechts de *schaal* van deze kaart en dus de afstanden kunnen foutief zijn, maar aangezien de randverdeelingen mee rekken of krimpen, heeft dit op lengte en breedte geen invloed.

Wat *deze* eigenschap van papier aangaat, zou voor teeken- zoowel als kaartpapier het fabrikaat van Gelder dus het beste zijn. Dit papier heeft echter niet de overige eigenschappen welke voor deze doeleinden vereischt worden, het oppervlak is nl. te harig en wollig voor teekenpapier, het laat zich niet zoo goed radeeren, en het is niet sterk, niet hard en toch soepel, en niet vouwbaar genoeg voor kaartpapier.

Hier moet nog aan worden toegevoegd, dat bij steendruk het papier niet zoo nat gemaakt en niet zoo zwaar geperst wordt als bij koperdruk, zoodat de misvorming van een steendrukkaart ook lang niet zoo groot is als van een koperdruk. Toch wordt dit nadeel van koperdruk zonder voorbehoud aanvaard, omdat het voordeel van een scherpen diepzwarten onuitwischbaren druk overwegend is, maar bovenal omdat technisch het negatief van een kaart, waarin telkens veranderingen moeten worden aangebracht, in koper veel makkelijker bij te houden is dan op steen. Het feit der misvorming is voor den zeeman van geen belang, doch de opnemer zij er bij dezen voor gewaarschuwd. Voor een plaatselijke heropneming welke tusschen twee bekende punten later wordt ingelascht, mag men zulks rustig doen mits men bewust is, dat de schaal fout kan zijn. Ook de zeeofficier, die als artillerist wellicht

geneigd is, afstanden van de kaart af te passen voor schietoefeningen, afstandmetercontrôle als anderszins, moet hier op zijn hoede zijn. Men moet goed weten: de zeekaart is alléén gemaakt als navigatiemiddel. Moet de opnemer wegens een bijzondere opdracht een feilloos constructieblad hebben, dan zal hij, zooals gezegd, het papier doen plakken op een zink- of aluminiumplaat. Men doet het beste, daartoe de hulp in te roepen van den Topografischen Dienst of van een deskundige op dit gebied in het drukkersbedrijf. [1])

Constructie- en minuutbladen mogen nooit gerold en nog minder gevouwen worden. Slechts bij de verzending, na afloop der opneming, is rollen onvermijdelijk. Gedurende het teekenen, aan boord, blijven de bladen steeds plat op de teekentafel of in de lade liggen, goed met dekbladen voorzien.

Reduceeren. De verrichte loodingen behooren, om een juist beeld van den zeebodem te geven, tot een zelfde vergelijkingsvlak, *het reductievlak* te worden teruggebracht. De Rijkswaterstaat in Nederland bezigt daarvoor het vlak van

Normaal Amsterdamsch Peil (NAP). De geschiedenis van het nivelleeringsvlak „Amsterdamsch Peil" staat omstandig beschreven in de aflevering n°. 39 van „DE INGENIEUR" van 1934. In het kort worde hieromtrent het volgende vermeld:

Op een „Caarte van het IJe" staat voor het eerst vermeld dat de diepten „gepeijlt" in 1674 zijn uitgedrukt t.o.v. „de *Stadts Peilsteen,* sijnde een Blaeuwe Steen, die in de muur van de Nieuwe Haarlemmer Sluys aan de oostzijde achter de buytendeur geteekent is met *S.P.*".

Deze steen is niet meer aanwezig.

In 1703 werd voor het eerst een definitie van deze uitdrukking gegeven, nl. *„daaglijkx zomervloet of Stadts Peil"*.

Het verschil tusschen hoog- en laagwater was toentertijd, toen het Buiten Y nog open was, te Amsterdam niet meer dan 32 cm. Er werden in 1681—1683, waarschijnlijk met behulp van Christiaan Huygens met het door hem uitgevonden waterpastoestel, bij verschillende sluizen merksteenen aangebracht, welke met een groef aangaven: *„Zeedijkshoogte"*, zijnde negen voet vijf duim (2,677 m) boven Stadtspeyl.

Van al deze merken zijn nog drie aanwezig. Zij werden vastgelegd t.o.v. het nulpunt van de peilschaal aan den Schreierstoren, en t.o.v. het Waterkantoor aan de Nieuwmarkt, welke echter in 1861 werd afgebroken. Ten opzichte van deze peilschalen is het *Amsterdamsch Peil* (AP) gedurende de 18e en 19e eeuw nauwkeurig waargenomen om de vraag: „daalt de bodem van Nederland" te beantwoorden. De vraag werd in 1862 door Dr. F. J. Stamkart beantwoord met: *neen.*

De naam *Normaal Amsterdamsch Peil* (NAP) werd ingevoerd om de in

[1]) Op scheepsbouwwerven wordt het nauwkeurigste teekenwerk vaak op marmeren bladen geteekend.

1875 aangevangen waterpassingen te onderscheiden van de vóór dien tijd uitgevoerde metingen.

Dit vergelijkingsvlak is voor de laatste primaire waterpassing 1926—1938 vastgelegd aan een 20-tal ondergrondsche verkenmerken van de eerste orde, waarvan de plaatsen door den Geologischen Dienst zijn aangewezen.

Het verschil tusschen NAP en „normal Null", het vergelijkingsvlak in Pruisen, is te Emden praktisch gesproken: nul.

Het in België meest gebruikelijke vergelijkingsvlak is het Zéro du Depôt de la Guerre, overeenkomende met het gemiddelde laagwaterspringtij over de jaren 1 Maart 1834—31 Augustus 1853 aan het Bassin de Commerce te Ostende en wel meer met de aflezing 1,665 m aan de peilschaal, waarvan het nulpunt samenvalt met de slagdrempelhoogte van de sluis aan genoemd Bassin. Het peil wordt ook wel aangeduid als Oud-Ostendepeil.

Dit Oud-Ostendepeil is in Zeeuwsch Vlaanderen, dat dus dicht nabij Antwerpen gelegen is, 2,332 m — NAP.

Langen tijd is ook voor de „Zomervloet" of het gemiddelde hoogwater de term „*volzee*" gebezigd. Tot voor kort werd dit woord nog gebruikt op Terschelling en de Oostelijk gelegen eilanden, toen het NAP nog niet was overgebracht.

De Rijkswaterstaat bezigt sinds 1 Januari 1938 als reductievlak van de „peilkaarten" van de Zuidhollandsche benedenrivieren niet het NAP, maar hetzelfde reductievlak als Hydrografie, dus het vlak van gem. LLWS. Er zijn echter bezwaren, om zich te bedienen van dezen *naam*, want het reductievlak voor de benedenrivieren reikt tot aan de getijgrens te St. Andries en Wijk bij Duurstede en omvat daardoor groote riviergedeelten, waarop het begrip LLWS ten eenenmale niet meer van toepassing is. Daarom is voor het geheele getijgebied voor den Rijkswaterstaat een nieuwe naam ingevoerd, nl. OLW (overeengekomen laagwater). Zooals gezegd ligt dit vlak gelijk met het vlak van gem. LLWS en deze peilkaarten van den RWS zijn dus direkt vergelijkbaar met de zeekaarten.

Voor de zeekaarten is het steeds een goede gewoonte geweest, als reductievlak een vlak nabij laagwater te nemen, zoodat de gebruiker, om veilig te varen, geen correcties op de dieptecijfers der kaart behoeft toe te passen.

In Nederland bezigt men daartoe het

vlak van gemiddeld laag-laagwaterspring, dat verkregen wordt uit lange reeksen peilschaalwaarnemingen, door in elke maand het laagste laagwater van springtij uit te kiezen en deze laagwaters te middelen. Dit vlak ligt zoo laag, dat bijv. volgens de statistiek van 400 laagwaters te Vlissingen (de plaats langs de Nederlandsche kust, waar het verval het grootst is) er 380 niet beneden dit vlak dalen, 13 er hoogstens 1,5 dm onder komen, 6 hoogstens 3,5 dm en slechts één meer dan 3,5 dm.

Aangezien het vlak van gem. LLWS is verkregen uit aanwijzingen van registreerende peilschalen van de RWS is het verschil tusschen het vlak van

NAP en reductievlak overal nauwkeurig bekend. Wat betreft de aangrenzende gebieden: het reductievlak van de Duitsche kaarten van de Eems ligt 2 dm hooger dan het Nederlandsche, het Belgische reductievlak ligt bij Antwerpen gelijk met het Nederlandsche en bij Bat 1 dm hooger.

In Frankrijk reduceert men tot den laagst bekenden waterstand, doch men kan volgens deze methode door den invloed van één zeer uitzonderlijk geval tot zulk een laag reductievlak komen, dat men een verkeerd en te ongunstig beeld geeft van de bevaarbaarheid der afgebeelde gebieden, voor Nederland en voor Nederlandsch Indië althans wordt deze methode onjuist geacht.

De *middenstand* van de waterbeweging in de Nederlandsche zeegaten en in de Waddenzee ligt 1 à 2 dm onder NAP.

In Indië bezigt men als reductievlak het vlak aangegeven door het *gemiddelde van de halfjaarlijksche laagste standen*, omdat men met uitzondering van Soerabaja en omgeving, aldaar niet beschikt over stelselmatige peilschaalwaarnemingen van langen duur. Men berekent voor Indië dus het reductievlak uit de bekende getijconstanten, men noemt het kortheidshalve: het *vlak van laagwaterspring* en men bereikt zoodoende volkomen het beoogde doel: veilige vaart voor den zeeman zonder toepassing van correcties. In het boekwerk: „Overzicht der getijleer, enz.” is op blz. 144 en verder dit onderwerp uitvoerig behandeld, waarbij in het oog dient te worden gehouden dat sinds de verschijning ervan, voor Nederland een ander reductievlak werd aangenomen.

In Nederland is de voortschrijding van de getijgolf langs de kust volkomen bekend, zoowel wat betreft hare hoogte als hare snelheid, een en ander is neergelegd in een *reductiekaart* (waarvan een gedeelte hiernaast is afgebeeld), door lijnen van gelijk havengetal, dus tijdverschillen, en lijnen welke de vlakken van gelijke reductie begrenzen. Aangezien op vele plaatsen langs de kust registreerende peilschalen staan kan men dus zonder peilschaalwaarnemingen ter plaatse, op de geheele kust en de voorliggende banken het verrichte loodingwerk reduceeren. De betrokken ambtenaar van den Rijkswaterstaat geeft altijd inzage van de peilschaalregistreeringen.

Is bijzondere nauwkeurigheid gewenscht, dan legt men ter plaatse een registreerenden getijmeter of plaatst een tijdelijke peilschaal, om later met de registreerende peilschaal aan den wal vergelijkingen te maken. Men schakelt dan de reductiekaart uit en krijgt ook zuiverder aanwijzingen omtrent den invloed van den wind ter plaatse op den betrokken dag.

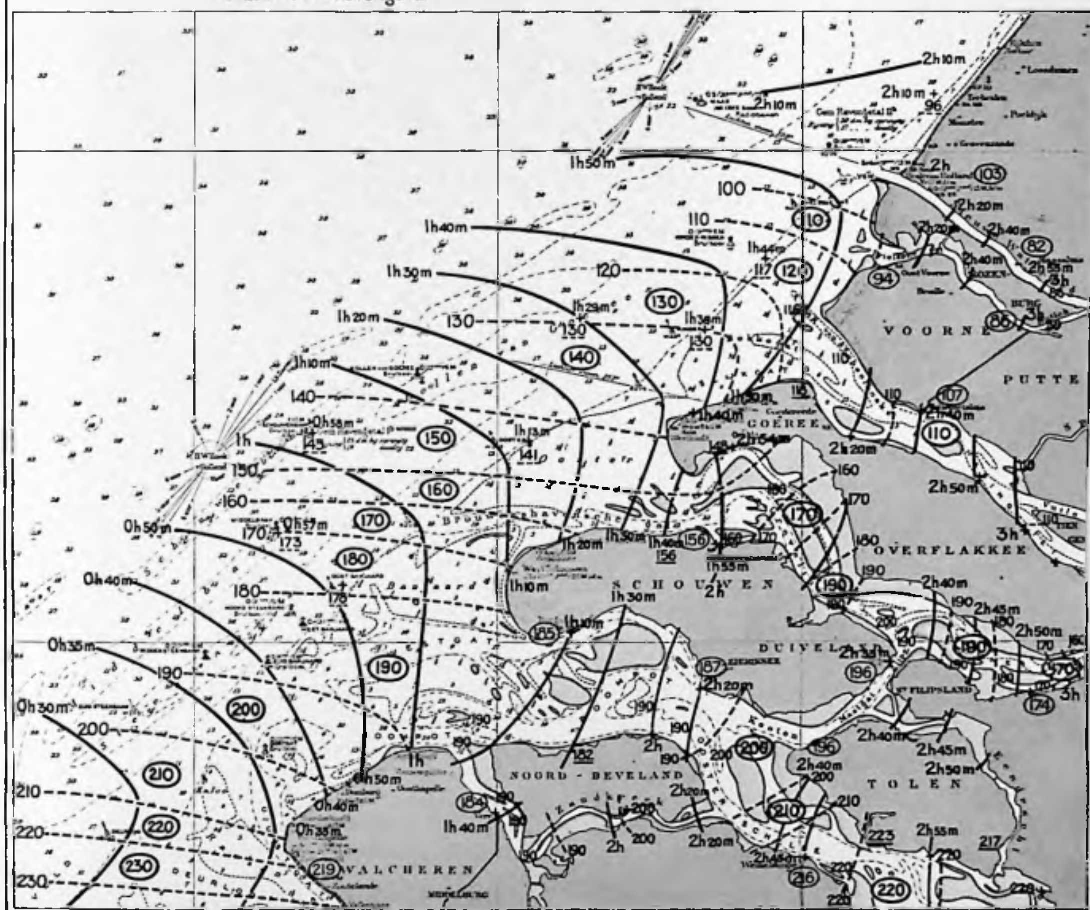
De bedoelde reductiekaart, welke een algemeen en gemiddeld beeld geeft, is samengesteld uit vele registreeringen van tijdelijk in zee verankerde getijmeters. Dit instrument werd ontworpen en uitgevoerd door den toenmaligen luit. ter zee J. J. de Vries en door den instrumentmaker H. M. Smitt te Bilthoven.

Voor beschrijving en behandeling dezer instrumenten zie Bijlage I.

In Indië werkzaam zijnde op een nieuw terrein, waarvan nog geen getijconstanten bekend zijn, begint men met op de daartoe meest geschikte plaats

REDUCTIEKAART 1938

(120)	Te gebruiken reductievlak
(107)	Reductievlak standaardhaven met zelfregistreerende peilschaal R WS.
130	" " " " " gewone " "
125	" " uit peilschaal de Vries
145	" " uit hulppeilschaal
+	Plaats eener gebezigde peilschaal
2h20m	Gem. Havengetal



peilschaalwaarnemingen, liefst ieder uur, gedurende 29 dagen onafgebroken te doen verrichten. Gezocht moet worden naar een voor de peilschaal vrij staande plaats waar de getijgolf, ongehinderd door banken, vrij toetreedt; waar de aflezing niet door golfslag wordt bemoeilijkt en waar het personeel goed onderdak kan vinden en de peilschaal gemakkelijk kan aflezen. Over het algemeen heeft het inheemsche personeel dezen arbeid steeds zeer nauwgezet en betrouwbaar verricht. Het peilschaalboekje moet vóór van boord gaan en na beëindiging der waarnemingen door den commandant worden voorzien van alle noodige commentaren, zoodat later nooit vraagpunten kunnen oprijzen, o.a. moet de gebezigde tijd: plaatselijk of zône, duidelijk worden genoteerd, en eveneens de plaats der peilschaal.

Zoodra het loodingterrein zoover van de plaats der peilschaal is verwijderd, dat getwijfeld wordt of de getijbeweging nog wel dezelfde is, wordt een hulppeilschaal geplaatst en afgelezen, waarmede, door vergelijk der getijkrommen, de reductie kan worden afgeleid. Zijn de vervallen der beide peilschalen gelijk, dan legt men de toppen van laag of hoog water op elkaar om de tijdsverschillen te leeren kennen, anders legt men de middenstanden op elkaar en de toppen onder elkaar. Ieder geval moet afzonderlijk en met critischen blik bekeken en behandeld worden.

Over het algemeen behoeft de reductie in Indië niet zoo fijngevoelig te zijn als in Nederland, waar de diepte bij laagwater vaak minder is dan de diepgang der passeerende schepen. Op dergelijke drempels moet de diepte op den decimeter nauwkeurig bekend zijn, om aan de hand van de rijzing, den tijd van veilig passeeren te kunnen berekenen. Voor de belangrijkste drempels in Indië zijn de getijtafels, welke den waterstand voor ieder uur aangeven, den besten raadgever.

De aard van het terrein, de belangrijkheid van het vaarwater, de grootte van het verval, de steile of glooiende kusten zijn alle argumenten die de leider der opneming moet overwegen bij de beslissing omtrent de nauwkeurigheid van zijn werkmethode, in casu nauwkeurigheid der reductie.

Bij een her-opneming moet men — tenzij hiertegen belangrijke redenen zijn aan te voeren — hetzelfde reductievlak van eertijds kiezen, om de nieuwe opneming in de bestaande kaart te kunnen inpassen. Blijkt het oude reductievlak foutief, dan moet men, om vóór- of achteruitgang van het vaarwater of drempel te kunnen constateeren, de oude opneming nogmaals minuten met de verbeterde reductie.

Het is om deze redenen van belang, dat het gebezigde reductievlak in registers, op minuutbladen en in hydrografische rapporten wordt neergelegd. Indien eenigszins mogelijk moet het ook terug te vinden zijn aan den wal, bijv. als een merk op een landingsteiger of t.o.v. het nulpunt van een bestaande peilschaal. In zulk een geval echter zal men goed doen zich ervan te vergewissen, dat het merk wordt aangebracht aan een solide voorwerp: geen klapperboom aan den rand van het strand, geen gammel houten landingsteigertje, doch door waterpassing met de theodoliet het reductievlak landwaarts over-

brengen tot dáár waar een *duurzaam* merk kan worden aangebracht of opgebouwd.

In West Indië is alleen voor de Surinamerivier de kwestie van reduceeren van belang, omdat de buitendrempel niet diep is en de vertrekkende schepen gaarne zoo diep mogelijk wenschen af te laden. De peilschaal aan den veersteiger te Paramaribo is hier het vaste punt. Voor een eventueele heropneming dezer rivier vindt men de noodige gegevens voor getijbeweging en reductie in den zeemansgids voor West Indië 1938 en in de jaarlijksche uitgave van de getijtafel voor deze rivier.

Voor de eilanden Aruba, Curaçao en Bonaire is de reductievraag niet van belang, aangezien het verval zeer gering is, nl. ongeveer 5 dm en de toegangen tot de belangrijkste havens ruim diep zijn uitgebaggerd.

Is de reductie voor de tijden dat loodingwerk werd verricht uitgerekend, dan wordt deze in de loodingregisters, of op het registreerpapier van het echolood (zie afbeelding op blz. 72 en 73) ingeschreven. Een en ander geschiedt meestal door den leider der opneming zelf.

In de loodingregisters worden daarna door een schrijver de gereduceerde diepten met rooden inkt ingeschreven. Mochten in deze reducties wellicht later wijzigingen moeten worden aangebracht, dan geldt ook hiervoor de algemeene wet: alle veranderingen *zichtbaar* aanbrengen.

Het minuutblad kan thans worden geteekend. Het trekken van het net werd reeds behandeld bij het constructieblad. Waar echter bij het constructieblad de afmetingen en dus ook vaak de schaal worden beheerscht door den afstand der uiterste bakens of triangulatiepunten welke bij het looden en dus later bij het construeeren werden gebezigd, de schaal van het minuutblad wordt uitsluitend beheerscht door den eisch, dat alle noodige gegevens voldoende gedetailleerd en voldoende duidelijk kunnen geteekend worden. De afmeting van het minuutblad is willekeurig; kleine minuutbladen zijn handelbaarder dan groote bladen. Kan de schaal van het minuutblad dezelfde zijn als van het constructieblad, dan is dit een groote tijdbesparing, omdat het overbrengen van kustlijn en loodingslagen van het constructie- naar het minuutblad dan met een eenvoudige calque kan geschieden; is de schaal verschillend, dan moet men de omslachtige werkwijze volgen van het overbrengen hetzij met den reductiepasser, hetzij met een ruitennet. In Nederland, waar de technische diensten altijd bij de hand zijn, laat men in zulk een geval een fotografische verkleining of vergrooting maken.

Bij het teekenen van het minuutblad gebruikt men zooveel mogelijk de vastgestelde tabel van teekens en afkortingen. Wijkt men hiervan af, dan wordt zulks duidelijk in de legenda van het blad vermeld. Zoo zal men bijv. nooit de dieptelijnen teekenen als voorgeschreven is voor de kaart doch men trekt ze als doorgetrokken lijn met gekleurden inkt: de koraalbank gewoonlijk in gebrande sienna, de 2 meter geel, de 5 meter groen, de 10 meter rood, de 20 meter geel, de 200 meter blauw, de kustlijn zwart. Men vermijde alle

onzekerheden. Zoo heeft bijv. een minuutblad, waarop de rand van de bank enkele malen met het dieptecijfer 0 was aangeduid, aanleiding gegeven, dat de netkaart geteekend werd met enkele kleine eilandjes.

Het overbrengen van een kustlijn of van aangegeven punten met calqueerpapier moet met de uiterste nauwkeurigheid geschieden, deze arbeid is vaak de bron van velerlei kleine onnauwkeurigheden. Als men hierop niet nauwlettend toeziet en als men niet met een fijn geslepen hard potlood en strak getrokken papier werkt, verdwijnt het typeerende van een kustlijn of van een scherpen rotshoek. Een ieder kan zelf de proef hiervan nemen.

Als de kustlijnen en andere topografische onderdeelen zijn overgebracht en in inkt gezet, wordt het loodingwerk in potlood geteekend. Het verdeelen van de dieptecijfers tusschen de plaatsbepalingen in moet met aandacht en verdrag worden gedaan en daarbij o.a. gelet worden op het feit, dat een looding van 12 m belangrijk meer tijd neemt (door het lood inhalen, lijn opschieten, enz.) dan een looding van 6 m. Daarom zijn dwarsmerken, of de meting van een enkelen hoek zulke nuttige aanwijzingen. Ook op vaartmindering en meerdering moet goed gelet worden.

Men vult zooveel mogelijk dieptecijfers in als met goede leesbaarheid nog overeenkomt, men moet niet streven naar het teekenen eener *kaart*.

Daarna schetst men de dieptelijnen in, hetgeen somtijds aanleiding geeft tot het opnieuw overwegen van de plaatsing van sommige dieptecijfers en somtijds op het spoor brengt van ruggen, bodemafwijkingen, geulen, ondiepten a.a., waardoor een uitgebreider onderzoek wenschelijk of noodzakelijk kan blijken. Indien dit eerst naar voren komt bij het minuten, komt deze waarschuwing vaak te laat en heeft het schip het terrein in kwestie reeds verlaten. Vandaar de raad, dat in de sloep reeds zooveel mogelijk op het sloepsblad een kaart geschetst wordt, en dat het teekenen van het minuutblad zoo weinig mogelijk uitgesteld wordt.

Dieptelijnen mogen niet geschaafd worden, dit is het werk van Bureau Hydrografie, niet van den opnemer.

De man, die het minuutwerk uitvoert — gewoonlijk zal dit de leider der opneming zijn, omdat deze arbeid hem de gelegenheid tot contrôle van het loodingwerk geeft — zal gaarne den officier, die in de sloep de leiding had, het minuutwerk voorleggen om diens oordeel daarover te vernemen. Op de juiste overeenstemming bij de aansluiting van opvolgende minuutbladen of van tusschenliggende detailopnamen moet nauwkeurig worden gelet.

De bakens behoeven niet op het minuutblad te worden gegeven; de namen van bergen, eilanden, kampongs, hoeken, enz. worden eerst ingeschreven als daarover alle inlichtingen van het Binnenlandsch Bestuur, van de inheemschen en van eventueel bestaande topografische kaarten zijn verzameld. Voor de spelling ervan wordt het officiëele boekwerk: Lijst van de Voornaamste Aardrijkskundige Namen in den Nederlandsch Indischen Archipel gevolgd. Voor het schrift van de legenda en van plaatsnamen, enz. wordt eenvoudig, loopend schrift gebezigd (cursief), pogingen tot calligrafie moeten worden onderdrukt.

De legenda van het minuutblad moet alles bevatten, wat den teekenaars van de zeekaart later van nut zou kunnen zijn: naam en nummer van het blad, jaartal, naam van het schip, afstand reductievlak tot middenstand c.q. NAP, schaal, afmeting, buitenste parallellen en meridianen, gebruikte teekens en afkortingen, kleuren, en eventueel andere opmerkingen, welke men wenschelijk acht.

In het algemeen gezegd: bij de samenstelling van het minuutblad houde men voortdurend in het oog, waartoe het zal moeten dienen, nl. tot de samenstelling van een zoo volledig en nauwkeurig mogelijke zeekaart door teekenaars die zelve het opnemingswerk niet uitvoerden en geen plaatselijke kennis hebben.

Ten slotte wordt het blad onderteekend door den leider der opneming, eventueel ook door den teekenaar.

Landverkenningen (Eng.: view, Duitsch: Vertonung of Küstenansicht, Fransch: vue de côte. Het Engelsche woord sketch wordt gebezigd voor de afbeelding van een enkel detail, bijv. een kenbare boom, een missigit, een toren) worden meestal op een apart stuk papier geteekend, indien gewenscht vergezeld van foto's. Kleine landmerken, verkenningen of silhouetten van een enkelen berg kunnen zeer wel op het minuutblad worden weergegeven. Zie verder voor het teekenen van landverkenningen blz. 92.

Zeemansgidsen. Hoewel dit onderwerp niet behoort tot het onderwerp „teekenen", dat in dit hoofdstuk wordt behandeld, wordt het hier, als zijnde het laatste gedeelte van den opnemingsarbeid en nauw verband houdende met het minuutblad, ondergebracht.

De leider der opnemingen heeft in de bestaande zeemansgidsen een duidelijk voorbeeld, welke gegevens, die tot de samenstelling van een zeemansgids zullen dienen, moeten worden verzameld.

Het is in de eerste plaats de zeeman, die op het terrein in kwestie goed bekend is, die hier aan het woord komt om op duidelijke en beknopte wijze de zeilaanwijzingen te geven, het uiterlijk van het land uit te beelden, en de getijbeweging te beschrijven. De gegevens hiertoe begint de leider der opneming, als aanteekeningen, van den eersten dag af te verzamelen, hij toetst ze, nadat ze gerangschikt zijn, aan het minuutblad en aan de werkelijkheid. Hij verlaat het terrein niet, alvorens hij zelf de zeilaanwijzingen, aanbevolen koersen en merken, enz. gevolgd heeft, en gecontrôleerd heeft dat deze deugdelijk zijn afgelood of afgedregd.

De leider zal van het Binnenlandsch Bestuur vaak belangrijke inlichtingen kunnen verkrijgen omtrent land en volk, voortbrengselen, klimaat, plaatsnamen, enz. enz. Vriendschappelijke omgang met deze bestuursambtenaren wordt aanbevolen.

In Nederland is de taak in dit opzicht eenvoudiger, en beperkt zich tot contrôleering van de bestaande boekwerken.

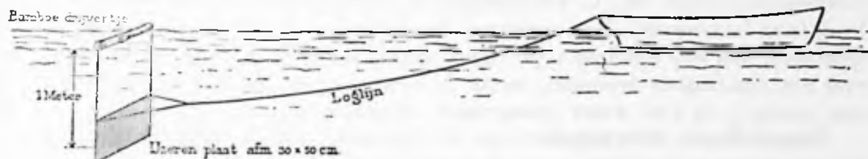
HOOFDSTUK V

STROOMWAARNEMINGEN

Gewoonlijk is een opnemingsvaartuig te ambulant, om stroomwaarnemingen van zoo langen duur te verrichten, dat daaruit stroomgetijconstanten kunnen worden berekend. Noodgedrongen bepaalt men zich tot waarnemingen gedurende de tijden, dat men om andere redenen ten anker ligt en men kan hieruit somtijds eenige aanwijzingen putten, waarvan de vermelding voor den zeeman van nut kan zijn, of voor den opnemer zelf bij het leggen van slagen of bij het verbeteren van een gegist bestek.

Dergelijke stroomwaarnemingen zijn uit den aard der zaak zeer onvolledig, meestal worden ze met de *handlog* of met *gissen buiten boord* uitgevoerd, doch zulke gegevens spreken alleen van den oppervlaktestroom terwijl voor een schip van belang is de resultante van den stroom over den geheelen diepgang.

Een vernuftige oplossing van dit probleem wordt gevonden door de vaart te meten van een voorbijdrijvend door ballast aan de onderzijde *recht op en neer gehouden rondhout*, waarvan het ondergedompelde gedeelte evenlang is als de diepte, waarvan men de stroomresultante wenscht te weten. Voor



uitgebreidere stroomwaarnemingen is deze methode te omslachtig. Men kan echter in vele gevallen aannemen, dat de stroom op *halve* diepte de gezochte stroomresultante voldoende benadert. Bestudeering van de plaatselijke toestanden kan leiden tot het besluit, om de resultante te zoeken op een andere diepte, men kan de log of stroommeter op elke gewilde diepte uitzetten. De hierboven afgebeelde

log van de Orion wordt de laatste jaren in Indië voor stroomwaarnemingen gebezigd, waarbij de stroomrichting wordt bepaald door de richting der loglijn te peilen.

In Nederland wordt door den Rijkswaterstaat veelal de

Jacobsen stroommeter gebruikt, waarvan de afbeeldingen tegenover blz. 70 een denkbeeld mogen geven. Vertegenwoordiger is de N.V. Observator te Rotterdam, prijs ± f 400.

De beide dooslibellen zijn cardanisch opgehangen. De cylinder wordt, rekening houdende met den scheeven stand der lijn waarvoor een correctietabel gegeven is, tot op de gewenschte diepte afgevierd. Uit de afwijking van

de lijn wordt zoowel de stroomsterkte als de stroomrichting door middel van het scheepskompas en van de dooslibellen afgeleid. Voor een gedetailleerde beschrijving van het instrument, van de behandeling en van de berekeningen moge verwezen worden naar de mededeelingen, welke bij ieder instrument door de fabriek worden verstrekt.

De Jacobsen stroommeter voldoet alléén voor kleinere stroomsnelheden en op niet te groote diepte. Overschrijdt men zekere grenzen, dan gaat de lijn te veel trillen en worden de aanwijzingen onbetrouwbaar.

De hoofdingenieur van den RWS J. van Veen heeft bij zijn omvangrijke en interessante *onderzoekingen in de Hoofden* in 1934 gebruik gemaakt van den **Ott-stroommeter** (het adres van den fabrikant is Ott, Kempten Allgau, Duitschland). Bij dit instrument wordt door den stroom een molentje rondgedraaid, waarbij telkens na een bepaald aantal omwentelingen een electrisch sein wordt gegeven. De stroomrichting wordt door dit instrument zeer onvoldoende aangegeven, zoodat hiervoor de Jacobsen werd gebezigd. Deze combinatie: Ott voor de kracht en Jacobsen voor de richting van den stroom werd in de praktijk de beste bevonden. Met deze instrumenten werd elk half uur de stroomsnelheid gemeten van den bodem tot de oppervlakte met onderlinge afstanden van 2 m. Zie afbeelding tusschen blz. 70 en 71.

De **Wollaston currentmeter** fabrikaat van de fa. Hughes & Son te London (vertegenwoordiger W. C. Grootenhuis te Rotterdam) is eveneens een zeer bruikbaar instrument. Het *registreert* de richting van den stroom uit de aanwijzingen van een speciaal type van kompas, en de kracht uit de aanwijzing van een draaibaren trommel, welke in beweging wordt gebracht door twee aan stangen in het water neergelaten drukplaten.

Rauschelbach stroommeter van de bekende Askania Werke te Berlijn, is een prima instrument, maar dermate gecompliceerd en kostbaar, dat het voor hydrografisch opnemen niet in aanmerking komt.

Pettersson stroommeter en **Ekman** stroommeter, beide als dieptestroommeters, worden beschreven door A. M. van Roosendaal in het Marineblad 1905. Zij zijn in Nederland niet meer in gebruik.

In den aanvang werd gezegd, dat stelselmatige stroomwaarnemingen wegens den tijdroovenden arbeid buiten het bestek van een opnemingsvaartuig vallen. Echter zijn in de jaren 1932—1934 onder leiding van den gezagvoerder van het gouvernementsopnemingsvaartuig Orion met een verankerd en voor dit doel tijdelijk verstrekt gewestelijk vaartuig in de route straat Malaka-Javazee op verschillende punten stroomwaarnemingen verricht. De series waren alle van 29 etmalen. Op enkele dezer punten werden twee series, in verschillende maanden, waargenomen, waardoor het mogelijk werd naast de constanten ook moessoncorrecties te bepalen. Het resultaat is neergelegd in de „stroomtafels Straat Malaka-Javazee". De methode om de stroomwaarnemingen te analyseeren tot partiëele getijden is dezelfde als bij de verticale getijbeweging, zie „Getijleer" blz. 86 eerste alinea [1]). In 1937 zijn op gelijke

wijze voor straat Soenda stroomconstanten èn moessoncorrecties berekend. In het algemeen worden dergelijke waarnemingen ontbonden in de hoofdrichting van den stroom en dwars erop, indien deze hoofdrichting samenvalt met de richting van het vaarwater. Bij den Zuidingang van straat Riouw is men hiervan afgeweken, en zijn de constanten berekend voor de richting dwars op de scheepvaartroute.

Bovengenoemde stroomtafels zijn een belangrijke aanwinst voor de Zeilaanwijzingen. Indien er op het opnemingsterrein belangrijke stroom gaat, moet de opnemer hieromtrent rapporteeren, eventueel adviseeren om door middel van een extra vaartuig soortgelijke stroomgegevens te doen verzamelen. De opdracht om systematische stroomwaarnemingen te verrichten, wordt in de hydrografische instructie, welke bij iedere opneming wordt gegeven, neergelegd. Over het algemeen zijn onze Ned. Indische Zeemansgidsen op dit punt nog onvolledig.

In Nederland is uit den aard der zaak de stroom overal goed bekend. Kaarten en zeemansgids geven daaromtrent volledige gegevens.

---

[1]) Overzicht der Getijleer ten dienste der hydrografische opneming. Uitgegeven in 1919 door het Ministerie van Marine.

BIJLAGE I

REGISTREERENDE GETIJMETER „DE VRIES"

De Hydrografische Dienst beschikt over een aantal registreerende getijmeters de Vries en Smitt. Zij kunnen worden uitgelegd tot in een diepte van 15 m. Het ingesloten uurwerk heeft een looptijd van maximaal 35 etmalen, zoodat series van 29 etmalen nog kunnen worden waargenomen. De instrumenten zijn niet geheel bedrijfszeker; zij moeten met zorg en kennis van zaken behandeld worden, en stellen zelfs dan nog menigmaal teleur. De ontwerper geeft zelf den raad, steeds 2 instrumenten te leggen, daar men dan meer kans heeft op een volledige serie. In de tropen hebben deze instrumenten tot nu toe slecht voldaan. De oorzaak van de kwaal werd nog niet gevonden. Zij vormen echter een bruikbaar middel om buitengaats de verticale waterbeweging te leeren kennen. Vooral voor het bepalen van de reducties der dagelijksche loodingtochten leenen de hiernagenoemde prikkerpeilschalen zich het best.

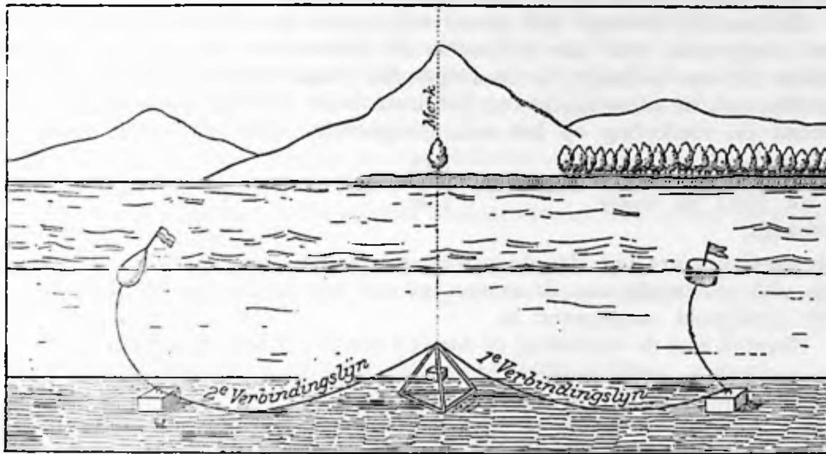
De getijmeters zijn gesloten kasten, waarin de beweging van een waterdrukklep tegen de werking van een drukveer in, door een bepaalde overbrenging van beweging vergroot wordt overgebracht op een papierrol (de prikker) of op een film (fotografische getijmeter).

Teneinde den juisten afstand tusschen zeeoppervlak en instrument te kunnen vinden, moeten de getijmeters telkenmale gecontrôleerd worden, hetgeen in de werkplaats kan geschieden met een manometer en aan boord door tijdens verankerd schip, het instrument op verschillende diepten af te vieren, waarbij men rekening dient te houden met eventueele lift door stroom. De op deze wijze verkregen „afleesschaal" voor den prikker, c.q. correctietabel voor den fotografischen getijmeter, wordt dan later bij het aflezen van de registreering gebruikt. Daar de getijmeter gesloten is, hebben zeewatertemperatuur en barometerveranderingen, welke resp. den inwendigen en den uitwendigen druk beinvloeden, ook invloed op de registreering. Empirisch is gevonden, dat voor 1° C temperatuurstijging, het instrument 4 cm minder diepte aanwijst. De temp. corr. is dus + 4 cm per gr. temp. stijging. De correctie voor 1 mm kwik barometerstijging bedraagt — 1,3 cm.

De getijmeters worden, alvorens op den zeebodem te worden afgevierd, in een ijzeren driepoot opgehangen. Het leggen geschiedt als volgt: Nagegaan wordt, of het mogelijk is, het instrument in een merklijn te leggen. Men heeft dan het groote voordeel, dat bij het eventueel verloren gaan der boeien, men leiding heeft bij het opdreggen.

Ongeveer 70 m bovenstrooms van deze merklijn viert men de verankering van de eerste boei af, laat de boei stroomen, en steekt, met den stroom afzakkende, c.q. met de schroef achteruitslaande, bij van de eerste verbindingslijn. Geleidelijk aan viert men den getijmeter af aan de tweede verbindingslijn; wanneer ook deze nagenoeg geheel is opgevierd, wordt de verankering van

de tweede boei afgevierd. De twee verbindingslijnen steken dus zoo ver aan weerskanten van het merk uit, dat een dreg vrijwel zeker moet pakken, terwijl de plaats van den getijmeter voldoende door de boeien wordt ge-



markeerd. Toch kwam verlies door diep wegzinken in het zand, of niet terugvinden, meermalen voor, en veroorzaakte daardoor teleurstelling, tijd- en geldverlies. Men neemt een snellius op de plaats der boeien en van den getijmeter.

Het lichten geschiedt als volgt:

Wanneer er stroom loopt, presenteert men bovenstrooms van de boeien het anker, en licht, voortdurend ketting bijstekend, achtereenvolgens de bovenstroomsche boei, den getijmeter, en ten slotte de benedenstroomsche boei. Men moet niet trachten zonder eerst te ankeren, het instrument te lichten. Dit mag alleen wanneer er geen stroom loopt.

De fotografische getijmeter (zie afbeelding naast blz. 134; Patent A. G. M. N°. 19439). Deze bestaat uit een cirkelvormige grondplaat en een kap, welke door schroefbouten daarop wordt bevestigd. Door de grondplaat steekt een verticale as (A), welke tusschen vier stalen rolletjes loopt, waardoor ze zich met een minimum van wrijving in verticale richting kan bewegen. Deze as draagt een ronde plaat, waarover een gummischijf is gespannen, welke aan den waterdruk is blootgesteld. De waterdruk wordt tegengewerkt door twee spiraalveeren (C), welke met een juk aan de verticale as verbonden zijn. Aan deze as bevindt zich tevens een tandstrookje, dat zonder speling grijpt in een rondsel, dat op een horizontaal asje is geplaatst, hetwelk tevens het uit aluminium vervaardigde rad (E) draagt.

In de celluloïde velg (B) is de schaalverdeeling aangebracht.

Al naar de bestemming kan de, door het instrument aan te geven maximum waterhoogte worden gewijzigd, door een anderen waterdrukklep in te zetten. Dit kan echter alleen in de werkplaats geschieden.

Het rad (E) beweegt zich geheel vrij, zoodat de schadelijke wrijving van een schrijvende stift hier vermeden is. Hoewel de diameter van het rad slechts 13 cm bedraagt, is de lengte der schaalverdeeling 40 cm. In verhouding tot de afmetingen van het instrument is dit buitengewoon groot, zoodat de verdeeling op het rad, aangevende een drukverschil van:

$$\frac{\text{0 tot 550 cm water}}{\text{0 tot 1500 cm water}} \text{ ongeveer } \frac{1/14}{1/50} \text{ van de beweging van het water}$$

bedraagt.

De stand van het rad, dus de waterstand, wordt fotografisch aangegeven op een, zich evenwijdig aan de as van het rad bewegende film (F) welke op de foto gestippeld aangegeven is.

Tegelijk met de verdeeling op het rad wordt een indexstreepje (J), waarbij de verdeeling moet worden afgelezen, gefotografeerd. Het fotografeeren geschiedt elk half uur en wordt verricht door het uurwerk (G) dat een, door een palrad op de trommel bewogen contactveertje oplicht, hetwelk een electrisch contact maakt. Door het electrisch contact wordt het anker (H) door een electromagneet aangetrokken waardoor hamer (I) de film, de index en de celluloïde schaalverdeeling tegen elkaar drukt; tegelijkertijd wordt een electrisch lampje ontstoken, dat zich aan den binnenkant der verdeeling bevindt.

Na een belichting van circa één seconde, wordt het contact verbroken en ontkoppelt het terugvallende anker der electromagneet een mechanisme (K), dat de rol met de film juist zóóveel doet verschuiven als voor een opname noodig is.

De rollen (L) welke de film bevatten, kunnen bij daglicht op het instrument gezet en afgenomen worden. Veiligheidshalve geschiedt dit echter steeds in de donkere kamer.

Het instrument kan vijf weken onafgebroken registreeren. Het uurwerk verricht practisch geen werk. De opgave van den fabrikant, dat een zeer gelijkmatige gang verkregen is, stelde in de praktijk echter teleur, hoewel in dit opzicht de fotografische getijmeter beter bleek dan de prikker.

Teneinde bij een serie langer dan een half etmaal het aftellen van de registreering te vereenvoudigen, bewerkstelligt het mechanisme kort na elke 24e registratie (½ etmaal) een doorschuiving van de film zonder belichting. Dit doet de film verdeelen in vakken van 24 halfuur-waarnemingen, die door een wit strookje van elkaar gescheiden zijn.

Ter vermijding van barometer- en temperatuurcorrecties is het mogelijk de ruimte in den getijmeter met de buitenlucht in verbinding te houden, door middel van een aan te koppelen slang welke in ondiep water aan een

driepoot wordt opgehangen. In verband met het groote gevaar van watermaken, en een methode, welke bij het uitwerken der gegevens op eenvoudige wijze vorengenoemde correcties automatisch verwerkt, wordt in de Nederlandsche wateren deze slang niet gebruikt. In de tropen, waar slechts geringe temperatuurverschillen van het water en geringe luchtdrukverschillen optreden, kunnen deze correcties achterwege blijven. Het instrument biedt nog gelegenheid om met een electrischen kabel, welke bij (V) wordt bevestigd, ieder gewenscht oogenblik een fotografischen afdruk op de film te maken. Hierdoor is het mogelijk het instrument vooraf te contrôleeren, door het in het water te laten zakken op verschillende diepten, waarop dan door de gemaakte fotografische afdrukken kan worden nagegaan, welke stand van de schaalverdeeling overeenkomt met de diepte, waarop het instrument zich onder water bevond.

Dit is een voordeel boven den prikker, aangezien men hierbij slechts om het half uur den getijmeter naar een volgende te toetsen diepte kan afvieren.

Gebruiksaanwijzing. — Gereedmaken en te water laten.

1°. Uurwerk en opwindmechanisme (K) opwinden.

2°. Batterij contrôleeren. (Spanning 4 Volt, stroomst. 4½ Amp.).

3°. Schakeling contrôleeren als aangegeven in kap, daarna nagaan of lampje goedt brandt en geen licht zijdelings ontsnapt.

4°. Eén dag proefdraaien, voordat de film er opgaat. Van tijd tot tijd stoppen op observatiehorloge.

5°. In donkere kamer film „*afwaterend*" voor het indexplaatje inzetten. Niet te strak opwinden. Gevoelige kant naar binnen. Nagaan of film verplaatst bij automatische werking, dus eenige keeren schakelen voor automatische werking. Nagaan, hoeveel slagen van den zwengel noodig zijn, om het gevoelige gedeelte van de film voorgaats te draaien. Stand trommel aflezen. (Moeilijk bij rood licht; vergrootglas in donkere kamer voor de hand leggen.)

6°. Zwarte kap sluiten.

7°. Met den zwengel, met te voren bepaald aantal slagen, het gevoelige gedeelte van de film „voorgaats" draaien. *Blijven uitluisteren* wannéér de eerste, aan een zachten tik kenbare, registratie plaats vindt; dit tijdstip op een tijdmeter stoppende geeft ons den tijd van de eerste foto. Voor een goede contrôle verdient het aanbeveling eventueel nog volgende tikken ook te stoppen.

8°. Zoo kort mogelijk voor het te water laten, waterdicht sluiten.

9°. Ophangen in ijzeren stoel.

10°. Te water laten op een plek waar ook met hoogwater de diepte kleiner blijft dan 15 m. Tijdstip van te water laten alsmede geloode diepte noteeren. Beide vormen een contrôle op de eerste foto *onder* water. Daarom zoo mogelijk het te water laten doen plaats vinden, tusschen twee tikken in, zoodat niet tijdens het te water laten een registratie plaats vindt.

11°. Tijdens de serie den barometerstand en de temperatuur van het zeewater op een diepte gelijk aan die van het instrument noteeren. Geschiedt in Nederland, op verzoek, door het zich in de buurt bevindende lichtschip.

Lichten.

1°. Looding doen en tijd van boven water komen noteeren. Het is niet mogelijk, hiervoor een tijdstip uit te kiezen, waarbij dit lichten juist tusschen twee prikken invalt, daar het verloop van het uurwerk onder water niet bekend is.

2°. Waterdichte kap afnemen.

3°. Eén, of eenige tikken stoppen op tijdmeter. Tijdstip van de eerste foto nà het lichten is dan bekend.

4°. Film geheel afwinden met den zwengel.

5°. Zwarte kap afnemen, stand trommel noteeren. (Kan in de teekenkamer gebeuren, veiliger echter in de donkere kamer.)

6°. Nagaan of nà het uitnemen van de film, de automatische registratie nog werkt, en of de lamp nog brandt.

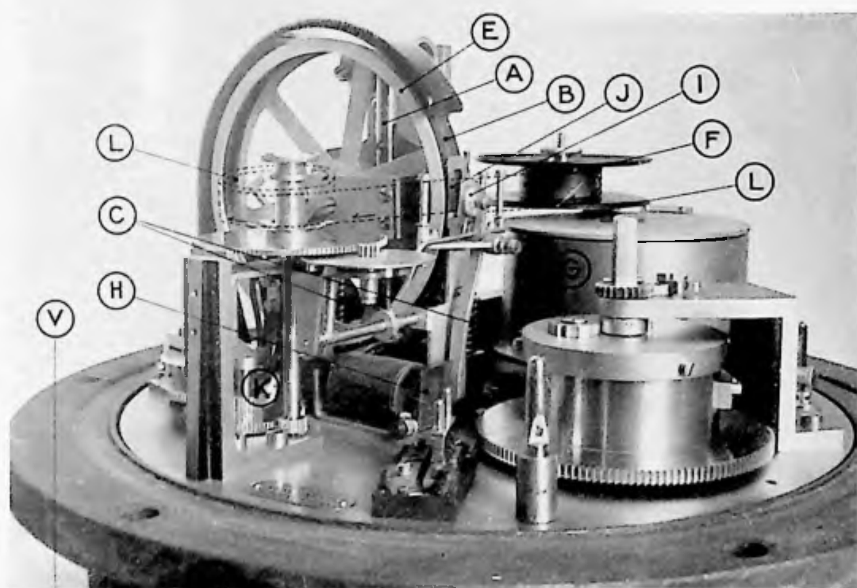
7°. Film ontwikkelen.

8°. Na ontwikkelen door aftellen van de registeeringen uit tijdstippen waarop laatste foto vóór het te water laten, en eerste foto nà het lichten, genomen werden, tijden van de tusschentijds genomen foto's bepalen.

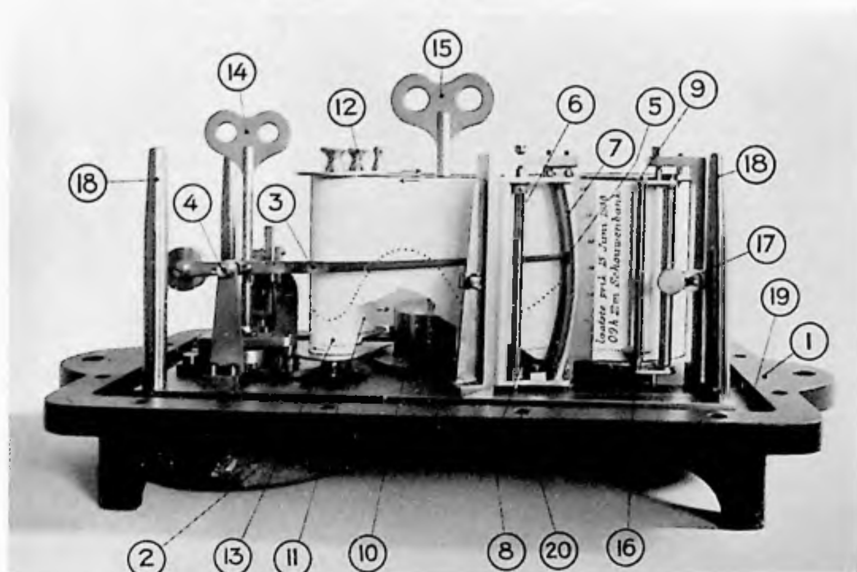
9°. Met behulp van een correctietabel de juiste diepten aflezen en grafisch afzetten.

De Prikker.

De prikker bestaat uit een kap en een grondplaat (1). Op de grondplaat is het registreermechanisme gemonteerd. In een, voor het doorlaten van water, van gaten voorzienen cylinder (2), aan de onderzijde van de grondplaat, bevindt zich een waterdrukklep, welke afhankelijk van den heerschenden uitwendigen druk, tegen de werking van een drukveer in, omhoog gedrukt wordt. Deze beweging wordt door den registreerhefboom (3), draaibaar om as (4), vergroot overgebracht. De registreerpunt (5) beschrijft daarbij een cirkel, met (4) als middelpunt. Om de as (6) is draaibaar de **D** vormige hamer (7), welke aan de onderzijde een spanvlak heeft, waartegen de tanden



Fotografische getijmeter de Vries.



Prikker.

van het rad (8) beurtelings oploopen. Bevindt het spanvlak zich juist tegenover een uitsparing tusschen twee tanden, dan ligt de hamer nog juist vrij van den registreerhefboom. Bij het oploopen tegen een der tanden wordt de hamer, tegen de werking van een platte veer in, naar buiten geduwd, terwijl bij het inspringen in een uitsparing de zich ontspannende platte veer den hamer met zooveel kracht naar binnen doet gaan, dat de registreerhefboom een „tik'' krijgt, en de registreerpunt een prik in het papier ponst. Oogenblikkelijk daarna is deze hefboom weder vrij in zijn beweging. Waar de draaiingsnelheid van tandrad (8) één tand per half uur bedraagt, worden er dus 48 prikken per etmaal gegeven.

Het tandrad (8) doet tevens de uurwerktrommel (9) om een verticale as draaien en ontleent zelf zijn beweging aan het, op een horlogeveerhuis bevestigde rad (10) dat door een, met sleutel (15) op te winden horlogeveer wordt aangedreven.

De uurwerktrommel (9) bevat inwendig het eigenlijke uurwerk en heeft in het bovendeksel eenige openingen voor het regelen der snelheid.

De nieuwe papierrol wordt gewikkeld op den cylinder (11). De moer (12) moet zóó worden aangedraaid, dat bij het afwikkelen eenige weerstand ondervonden wordt. De papierstrook wordt, na het tandrad (wieltje) (16) met de stelschroef (17) van de trommel gelicht te hebben, achter de registreerpunt door, rond de trommel genomen en op cylinder (13) gewikkeld. Een, met sleutel (14) op te winden horlogeveer tracht voortdurend cylinder (13) met zon te draaien, waardoor het papier strak gespannen blijft en „loos'' in het papier voorkomen wordt. De stelschroef (17) wordt daarna weer losgedraaid.

Het om een verticale as draaibare tandradje (16) wordt door een, in de foto niet zichtbare veer, stijf tegen de uurwerktrommel aangedrukt.

Waar zich ter hoogte van het rad in de trommel een horizontale krans van verticale groeven bevindt, ponst tijdens het afwikkelen het tandradje (16) een horizontale puntenlijn in het papier. Ten opzichte van deze puntenlijn worden met een „afleesschaal'' de geregistreerde diepten later afgelezen.

Over de grondplaat wordt de kap geschoven. Voor het centreeren dienen de vier centreerdoorns (18) terwijl de rubberrand (19) voor waterdichte afsluiting zorgt. Door de gaten (20) passeeren de trekschroefbouten, welke kap en grondplaat op elkaar vastschroeven.

Evenals bij den fotografischen getijmeter bevindt zich in de kap een koppelstuk voor het aansluiten van een in de buitenlucht uitmondende rubberslang. Het voordeel, dat het aftellen der registreeringen vergemakkelijkt wordt, doordat na elke 24e waarneming een onbelichte doorschuiving van de film bewerkstelligd wordt, heeft de prikker niet. Dit nadeel klemt des te meer, daar de gang van den prikker nog onregelmatiger is, dan van den fotografischen getijmeter, zoodat het overslaan van een enkele prik onherroepelijk een fout van een half uur veroorzaakt. Nauwkeurige aftelling met behulp van een loupe is daarom geboden, vooral op dagen dat er een

hooge deining heeft gestaan, waardoor de punten geen vloeiende kromme hebben gevormd, maar een puntenreeks, die zich grillig rond de vloeiende lijn slingert, waarbij het zich kan voordoen, dat door het heftig op en neer gaan van den registreerhefboom geen prik wordt geregistreerd, een hiaat, dat zich bij een vlakke kromme wèl, maar bij sterk rijzen of dalen niet duidelijk verraadt.

De prikkers hebben echter bewezen meer bedrijfszeker te zijn dan de fotografische, en hebben bovendien het zeer groote voordeel, dat terstond na het lichten over de registratie beschikt wordt, wat in verband met het reduceeren van het dagelijksche loodingwerk, een snellere verwerking der gegevens mogelijk maakt.

De kleinere schaal van registratie (ongeveer 1/50, de fotografische 1/14), heeft zich nimmer als een bezwaar doen gevoelen; krommen verkregen uit een registreerenden getijmeter de Vries, liggende in 12 m water, weken praktisch niet af van krommen, verkregen uit halfuurlijksche aflezingen van een vaste peilschaal in de onmiddellijke nabijheid.

De prijs van de prikkerpeilschaal is ± f 400, de fotografische zal waarschijnlijk ± f 1000 kosten.

Voor het gebruik in Nederland wordt dit groote prijsverschil niet evenredig geacht aan de betrekkelijk onbelangrijke voordeelen van laatstgenoemd instrument.

Gebruiksaanwijzing.

1°. Licht de ijzeren kap van het instrument, en plaats het instrument op een tafel; de zijde aan welke de registreerwijzer zich bevindt, naar zich toegekeerd.

2°. Wikkel het papier op cylinder (11) draai moer (12) zóó aan, dat bij het afwikkelen eenige weerstand ondervonden wordt.

3°. Wind met sleutel (15) het drijfwerk op.

4°. Licht het getande radje (16) vrij van de trommel door de stelschroef aan te draaien.

5°. Leid de papierstrook, na haar eerst schuin te hebben bijgeknipt tusschen een tweetal geleideplaten door, rond de trommel, naar opwindcylinder (13). Wind met de hand die trommel een paar slagen op, zoodat de zekerheid verkregen wordt, dat het papier zonder knijploopen tusschen de geleideplaten rond de uurwerktrommel passeeren kan.

6°. Draai stelschroef (17) weer terug, zoodat het getande wieltje (16) komt te drukken tegen den onderrand van de papierstrook. Voel of de tandjes pakken in de verticale groeven van den krans op de trommel. Het papier wordt thans gedwongen met de trommel mee te draaien, terwijl ten opzichte van de door het radje in het papier geponste horizontale puntenlijn, later de geregistreerde prikken van de registreerpunt kunnen worden afgelezen.

7°. Span met sleutel (14) het opwindmechanisme, waardoor „loos" in het papier op cylinder (13) gewikkeld wordt.

8°. Wacht een halfuursprik af, en noteer het tijdstip op het papier. *Het eerste prikje wordt met een potloodstreepje duidelijk gemerkt.*

9°. Terstond na het inspringen nagaan, of de registreerpunt weder geheel vrij is van het papier. Is dit niet het geval, dan trekt deze punt winkelhaakjes in het papier, waardoor de prikken niet meer af te lezen zijn. Stel in dat geval den hamer wat bij, er zorgvuldig op lettend dat er voldoende veering overblijft, om een duidelijken prik te verkrijgen. Sluit het instrument met de waterdichte kap af. De maatregelen bij het leggen en lichten zijn dezelfde als die bij den fotografischen getijmeter.

Na het lichten en openen wordt weer een prik afgewacht, het tijdstip wordt eveneens op het papier genoteerd (zie foto) na den prik voldoende met een potloodstreepje gemerkt te hebben.

Nabij cylinder (11) wordt het papier afgeknipt; met de linkerhand cylinder (13) vasthoudend, wordt rad (16) van het papier gelicht, en wordt, onder het uitoefenen van eenigen druk met de vingers, cylinder (13) zóó vrijgelaten, dat deze zich langzaam zooveel malen om zijn verticale as gewenteld heeft, dat de opwindmeter geheel ontspannen is.

Zou men den cylinder niet vasthouden, dan zou na het lichten van het rad (16) de opwindveer zich met groote snelheid ontspannen, daarbij het papier beschadigend, terwijl een dergelijke snelheid nadeelig is voor de veer.

Zoolang het instrument niet voor gebruik gereed gemaakt wordt, wordt het papier *niet* rond de trommel genomen, daar dan elk half uur een prik op de diepte „0" gegeven wordt, en er noodeloos papier verbruikt wordt.

Door aftellen der prikken worden uit de tijdstippen waarop eerste en laatste prik vielen, de tijden der tusschengelegen prikken bepaald.

Met een afleesschaaltje wordt de diepte afgelezen en grafisch afgezet.

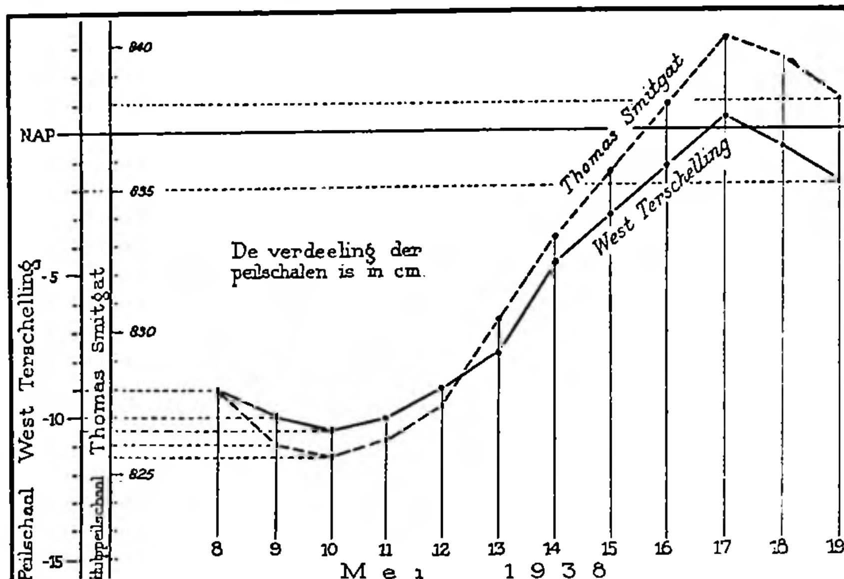
Het verder uitwerken der gegevens.

a. Met behulp van een peilschaal van vergelijk.

Aangenomen wordt, dat de gemiddelde waterstand per etmaal voor beide peilschalen dezelfde is. Wanneer men bijv. in het Thomas Smit Gat met een registreerenden getijmeter als hulppeilschaal een serie van eenige etmalen waargenomen heeft, bepaalt men *zonder* toepassing van de correcties voor den dagelijkschen gemiddelden barometer en temperatuurstand van deze serie de gemiddelde waterstanden per etmaal, door de 48 halfuurswaarnemingen van elk etmaal te middelen.

Hetzelfde doet men met de peilschaalwaarnemingen van de peilschaal van vergelijk, in dit geval West Terschelling. Beide gemiddelde waterstanden grafisch afzettend, verkrijgen we navolgende figuur, waaruit te lezen valt,

dat tusschen 8 en 12 Mei 1938 de gemiddelde waterstand van het Thomas Smit Gat onder die van West Terschelling ligt, hetgeen er op wijst, dat de zeewatertemperatuur in die dagen is toegenomen, c.q. de barometer gedaald is.



Aannemende dat de dagelijksche gemiddelde waterstanden voor beide peilschalen overeenkomen, kan men uit de figuur zien:

Datum	Aanwijzing van den dagelijkschen gemidd. waterstand op den getijmeter (hulppeilsch.) van het Thomas Smit Gat	Aanwijzing van den dagelijkschen gemidd. waterstand op de peilschaal v. vergelijk te West Terschelling	Aanwijzing van het NAP. op de hulppeilschaal van het Th. Smit Gat
1938			
8 Mei	828	9 — NAP.	837
9 Mei	826	10 — NAP.	836
10 Mei	825½	10½ — NAP.	836
. . . . . .	. . . . . .	. . . . . .	. . . . . .
19 Mei	838	2 — NAP.	840

In de eerste plaats wordt op deze wijze voor een eventueele verzakking van het instrument gecorrigeerd. Vaak toch zal door stroom rond de opstelling grond worden weggespoeld, zoodat de getijmeter dieper komt te

liggen, en de grafiek van de dagelijksche gemiddelden zich steeds meer boven de grafiek van de peilschaal van vergelijk zal verheffen.

Bovendien worden eventueele correcties voor een varanderlijken dagelijkschen gemiddelden barometerstand c.q. zeewatertemperatuur, op deze wijze automatisch verwerkt.

Tegen het bezwaar, dat deze handelwijze, wat de temperatuur betreft, aannemelijk is, doch voor de barometerveranderingen, welke in de Europeesche wateren in korten tijd vrij belangrijk kunnen zijn *niet*, kan worden aangevoerd, dat gedurende etmalen, waarin de barometerstanden 15 mm uit elkaar liggen, de correctie voor een gemiddelden barometerstand, welke midden tusschen die uiterste standen ligt, hoogstens $7\frac{1}{2} \times 1{,}3$ cm $= 9{,}8$ cm fout kan zijn. Aangezien echter op dagen met zulk een sterk veranderenden barometerstand de toestand van de zee meestal van dien aard is, dat de registratie slechts benaderend is, speelt een fout van nog geen decimeter geen rol.

In de Waddenzee wordt op overeenkomstige wijze gewerkt, met dit verschil, dat per etmaal niet de gemiddelde, maar de *laagwaterstanden* van getijmeter (hulppeilschaal) en peilschaal van vergelijk worden beschouwd gelijk te zijn. Ook in dit geval wordt automatisch voor verzakking, barometerstand en temperatuur gecorrigeerd.

b. Zonder hulp van een peilschaal van vergelijk.

In dit geval is correctie voor temperatuur en barometerstand noodzakelijk. Een correctie voor eventueele verzakking is te bepalen, door behalve de dagelijksche gemiddelde waterstanden (thans wèl gecorrigeerd voor barometer en temperatuur), ook het gemiddelde van de geheele serie te bepalen.

Blijkt de grafiek van de dagelijksche gemiddelden zich aan het begin van de serie onder, en aan het eind boven het algemeen gemiddelde te bevinden, dan heeft er zeker verzakking plaats gehad. Door de grafiek zooveel te draaien, dat de dagelijksche gemiddelden zich als het ware slingeren om het algemeen gemiddelde, kan de verzakking en daarmede de correctie per dag benaderd worden.

Een betere correctie voor eventueele verzakking wordt verkregen met behulp van een vaste peilschaal in de nabijheid, welke wordt afgelezen gedurende een tijdvak waarin tenminste één opeenvolgend hoog- en laagwater valt, aan het begin en aan het eind der serie, zoo mogelijk ook nog tusschentijds, en uit die prioden met de middenstandsmethode (thans evenwel na correctie voor temperatuur en barometer) de correctie voor de verzakking te bepalen.

Zonder een geregeld waargenomen peilschaal van vergelijk wordt een eventueele verzakking echter nimmer geheel juist gecorrigeerd, daar een verzakking meestal niet met een constante snelheid plaats zal hebben. De mate van verzakking bepaalt de betrouwbaarheid der resultaten; de verzakking is meestal gering, doch kan op steile banken zeer aanzienlijk zijn.

BIJLAGE II

GESCHIEDENIS

Omtrent den gang van den hydrografischen arbeid in den Archipel kan het volgende, gedeeltelijk ontleend aan een artikel van den toenmaligen souschef van het Bureau Hydrografie den Kapitein Luitenant ter zee tit. J. M. Phaff in den „Catalogus van de Koloniaal aardrijkskundige tentoonstelling te Amsterdam in 1913", en in het Tijdschrift van het Koninklijk Aardrijkskundig Genootschap 1914, worden vermeld:

De hydrografische dienst is te allen tijde een zorg geweest van onze voorouders en onder hen waren in de eerste plaats de bewindhebberen der Oost-Indische Compagnie overtuigd van het belang, dat men had bij goede zeekaarten, speciaal van den O. I. Archipel.

De gegevens daarvoor werden verzameld op de verschillende reizen en de „Examinateurs" met den „Baas Kaartenmaker" te Batavia zorgden voor het verwerken daarvan.

Dat die gegevens, hoewel niet volledig, soms merkwaardig juist waren, bewees de jongste opneming van de golf van Tomini, waarbij de hooge waarde bleek van de kaart, welke de hoeker „de Brandtgans", schipper Jan van der Wal, in 1682 daarvan heeft gemaakt; hoe lang zij dienst kunnen doen bewijst de kaart, welke het fregat „de Geelvinck", de chaloup „de Kraanvogel" en de pantjalang „Nova Guinea" in 1705 hebben vervaardigd van de Geelvinckbaai.

In de laatste helft der 18e en het begin der 19e eeuw hebben de Engelschen kaarten gemaakt van gedeelten van onzen Archipel, speciaal van het N.lijk gedeelte van Sumatra en de eilanden op de E.kust, en de Fransche wetenschappelijke expedities daarvoor gegevens geleverd door vluchtige opnemingen in de Anambaseilanden en op de NW.- en N.kust van Nieuw Guinee, zoodat in 1854, van de 827 manuscripten, aanwezig in het depôt der zeekaarten, 121 van vreemden oorsprong waren.

Thans is dit getal geslonken tot enkele, nl. de kaarten der Anambaseilanden in 1893 opgenomen door de Engelschen.

De meer systematische verzameling en verwerking van gegevens dateert eerst van 1821, toen de Gouverneur Generaal Van der Capellen een „Kommissie tot verbetering van Indische zeekaarten" instelde en bepaalde dat ten allen tijde een oorlogsvaartuig, met uitsluiting van alle andere diensten, belast zou worden met het doen van hydrografische opnemingen.

De eerste opnemingsvaartuigen waren de koloniale korvet „de Courier" en de brik „Jacoba Elisabeth", welke dadelijk een aanvang maakten met het in kaart brengen van drie voorname vaarwegen: de Gasparstraten, Straat Karimata en Straat Sapoedi.

Doch deze ijverige en productieve arbeid duurde slechts 2 jaren, vermoedelijk ook ten gevolge van den achteruitgang en de weinige veerkracht

bij de Koloniale marine in de laatste jaren van haar bestaan. Daarna werd gedurende 35 jaren geen vaartuig meer voor dien specialen dienst aangewezen; de Kommissie ontving daardoor slechts weinige gegevens, haar arbeid werd onbelangrijk en bij de bezuinigingen, tijdens het bestuur van den Kommissaris-generaal du Bus ingevoerd, werd zij in 1834 ontbonden en hare werkzaamheden provisioneel opgedragen aan den havenmeester te Batavia.

Toen de Koloniale marine bij de Koninklijke Nederlandsche was ingelijfd, werd de Kommissie in 1838 werderom in eere hersteld om nog bijna 30 jaar te blijven bestaan; evenwel werd nog geen schip aangewezen voor de hydrografische opnemingen en eerst in 1858 werd de Schoenerbrik „Pylades" daartoe geschikt gemaakt.

De opnemingen tusschen 1824 en 1858 verricht zijn bijna uitsluitend te danken aan in dienst zijnde oorlogsschepen, vandaar dat de meeste gelegen zijn in de nabijheid van de stations dier schepen: Ambon, Makasser, Banjoewangi, Semarang, Sambas, Riouw en Padang. Ook zijn toen eenige speciale opdrachten op de S.kust van Java, welke slechts geringe hulpmiddelen eischten, volvoerd.

Van de groote reizen, welke dienstbaar werden gemaakt om de hydrografische kennis van den Archipel te vermeerderen, dienen in het bijzonder te worden genoemd: die naar de W.kust van Nieuw Guinee in 1826—'35 ondernomen door de korvet „Triton", de brikken „Postiljon" en „Doerga" en de schoeners „Iris" en „Sireen".

Met de „Pylades" begint de onafgebroken rij opnemingsvaartuigen waarvan de namen met de bewerkte terreinen, hierachter worden vermeld. Gebrek aan praktijk, geringe hulpmiddelen en voortdurend afbreken der werkzaamheden wegens timmeren of ziekte maakten evenwel, dat het werk in den beginne maar weinig opschoot. In 1868 scheen een betere tijd te zullen aanbreken met de vervanging van het zeilschip door het stoomschip „Stavoren" maar tevens werd een terrein, de N. en NE.kust van Banka, in bewerking genomen, waarvoor dit vaartuig zonder stoomsloepen niet berekend was. Hoewel daar jarenlang is vertoefd en de minuutbladen bezaaid zijn met cijfers, bleek toch in den loop der tijden het werk onvolledig en moest het later worden herzien.

Een stap vooruit deed men in 1874, door het speciaal voor de opnemingen gebouwde stoomschip „Hydrograaf" in dienst te stellen en daaraan toe te voegen een stoombarkas en kruisprauw, maar in 1883 deed men weer een stap terug, door de uitzending van twee in Nederland gebouwde zeilschepen, de „Melvill van Carnbee" en de „Blommendal", omdat men meende, dat met een zeilschip de opnemer het terrein zooveel beter leert kennen. Deze schepen waren uitgerust met één kleine stoomsloep, een deel van den arbeid werd roeiende en zeilende verricht. Hoewel toen de opneming van verscheidene vaarwegen o.a. Straat Makasser en die van de Kleine Soenda eilanden veel meer drong dan die van de N.kust van Java, E.kust van Sumatra, Riouw en Lingga Archipel, waarvan reeds vrij bruikbare kaarten bestonden, moesten deze

laatste toch wel gekozen worden omdat alleen dáár ankergrond en geregelde land- en zeewind het mogelijk maakten ook met zeilschepen op te nemen, en een woord van hulde mag hier wel gebracht worden aan de officieren die, met die hoogst gebrekkige en verouderde vaartuigen, betrekkelijk nog zoo veel tot stand wisten te brengen.

De methode om een kruisboot en stoombarkas aan een opnemingsvaartuig toe te voegen om zelfstandig detailopnamen te verrichten, werd eerst in 1906 voorgoed opgegeven.

Eerst met den aanvang der 20ste eeuw brak een betere tijd aan. De zeilvaartuigen waren vervangen door stoomschepen: getransformeerde flottieljevaartuigen, en ook speciaal voor het doel gebouwde opnemingsvaartuigen, maar toch vorderden de opnemingen nog te langzaam om te voldoen aan billijke eischen der scheepvaart, zoodat het aantal steeds in dienst zijnde opnemingsvaartuigen moest worden uitgebreid en in 1905 werd bepaald op 4. Ook hadden zich langzamerhand nieuwere denkbeelden over de wijze van opneming baan gebroken, welke er toe leidden een juister verband te leggen tusschen de belangrijkheid van het terrein en de gedetailleerdheid der opneming en dit, gevoegd bij het groote aantal der jongeren, die een leerschool doorliepen op het terrein zelf dat zij later zouden moeten bewerken, maakte dat het opnemen nu vlugger opschoot.

Gedurende den grooten oorlog is nu en dan tijdelijke stagnatie in den opnemingsarbeid ontstaan en is, wegens gebrek aan zeeofficieren, een aanvang gemaakt met het detacheeren van officieren der gouvernementsmarine aan boord der opnemingsvaartuigen, gevolgd, in 1922, door de indienststelling van een geheel met personeel van de gouvernementsmarine bemand opnemingsvaartuig, nl. het ss. Orion, spoedig daarna door een tweede dergelijk vaartuig, waarvan de commandant somtijds een zeeofficier was.

In 1931 is een aanvang gemaakt met het afdreggen der belangrijkste scheepvaartroutes. De resultaten van dezen arbeid worden sindsdien met een lichtgroene kleur op de zeekaarten getoond.

Voor deze werkzaamheden worden twee motorbootjes van ± 17 m lengte, 13 dm diepgang en 7 zm snelheid, speciaal voor dit doel ingericht en voorzien van radiotelefonie, aan het opnemingsvaartuig toegevoegd.

In 1933 werden voor het eerst stelselmatige stroomwaarnemingen verricht, waaruit getijstroomconstanten konden worden bepaald, welke de verschijning der Stroomtafels ten gevolge hadden. In 1936 deed de eerste echoloodinstallatie voor het dagelijksche loodingwerk haar intrede, de beide diepzeeecholooden van de Snelliusexpeditie (1929—1930) deden alleen dienst voor oceanografischen arbeid.

Naast de boven geschetste opnemingswerkzaamheden zelve zijn in de vorige eeuw astronomische waarnemingen gedaan door verschillende personen.

Reeds in 1852 werd aan de Kommissie toegevoegd een hydrografisch ingenieur om de onzekerheid, welke bestond omtrent de lengte van de hoofd-

plaats van Nederlandsch Oost Indië op te heffen. [1]) Later nam deze ingenieur deel aan de groote topografische opneming van Cheribon, ook voor de hydrografie van belang wegens het astronomisch bekend worden van punten aan de kust; daarop vinden wij hem terug in de Minahassa.

Van 1862 tot en met 1871 werden door den hoogleeraar Oudemans en van 1879 tot en met 1893 door verschillende zeeofficieren reizen door den Archipel gedaan tot astronomische bepaling van punten, welke bepalingen vooral moesten dienen om de bestaande zeekaarten te verbeteren. Maar ook voor de latere opnemingen zijn deze van veel nut geweest, omdat deze punten op verschillende terreinen gelegenheid hebben gegeven tot contrôleeren en verbeteren van het uitgevoerde werk, al boden zij den opnemer niet zulk een prachtig sluitend triangulatienet om op voort te werken, als de Geografische en de Topografische Dienst dit op sommige gedeelten deden.

Behalve voor Batavia valt er slechts melding te maken van één lengtebepaling door telegraaf, nl. die van Java—Boeleleng—Makasser in 1891, terwijl de radiotelegrafie in 1912 haar intrede deed met de bepaling van het lengteverschil tusschen Penang en het seinstation Je Meule op Weh. Ook de astronomische bepaling van Ned. Engelsche grensbakens op Sibetik, E.kust Borneo, en die van den mond der Bensbachrivier, de Ned. Engelsche grens op de S.kust van Nieuw Guinee, zijn de hydrografie ten goede gekomen.

In een artikel in het Tijdschrift van het Koninklijk Aardrijkskundig Genootschap 1927 van de hand van den toenmaligen Chef der Hydrografie J. L. H. Luymes vindt men de namen van de velen, die zich in de vorige eeuw verdienstelijk maakten op hydrografisch gebied. Een lijst der opnemingsvaartuigen gedurende de laatste eeuw vindt men op blz. 148 en volgende.

Wat de bureauarbeid betreft: het samenstellen en publiceeren van zeekaarten en zeemansgidsen voor Nederlandsch Indië geschiedde in de 19e eeuw aanvankelijk onder toezicht van de reeds eerder genoemde „Kommissie tot verbetering van Indische zeekaarten". In 1860 werd te Batavia een Hydrografisch Bureau opgericht, dat echter zoo weinig voldeed, dat in 1869 werd besloten, dit Bureau naar Nederland over te brengen, waarmede in 1871 een aanvang werd gemaakt.

Echter, in 1875 waren de inzichten weer veranderd, het Bureau werd wederom naar Indië teruggebracht en was in 1877 te Batavia weder in werking tot het, wegens bezuiniging, in 1893 voor de tweede maal naar Nederland

---

[1]) Opgeheven is die onzekerheid toen evenwel niet. In 1882 werd de bepaalde lengte, tengevolge van het telegrafisch bepaalde lengteverschil met Madras en Singapoera, vermeerderd met 18" en in 1896, toen Singapoera in het wereldnet was opgenomen, nogmaals met 11",5, zoodat het toen gebracht werd op 106° 48′ 37" E. In 1924 werd bij gouvernementsbesluit deze lengte, n.l. die van den voormaligen tijdbal te Tandjoeng Priok, welke genoemd wordt Meridiaan van Stelling van Batavia, vastgesteld op 106° 48′ 27",8 E.

werd teruggebracht alwaar het sindsdien aan de Afdeeling Hydrografie van het Departement van Marine, later Departement van Defensie, is overgedragen.

De zeekaarten, welke in Indië vroeger werden uitgegeven, waren alle steendruk, deze zijn na 1894 vrijwel geheel vervangen door kopergravures. De catalogus toont voor 1938: 332 Nederlandsch Indische zeekaarten. Hier volgt een overzicht van het aantal verstrekte kaarten aan marine, koopvaardij en particulieren in verschillende jaren:

Jaar	Aantal ex. verstrekt	
1840	70	
1850	690	
1857	1300	
1895	2348	
1900	5903	
1905	20796	Reusachtige bestelling voor russische rekening
1910	11715	
1920	29500	Extra veel wegens de aangevulde tekorten, welke in Indië gedurende den oorlog waren ontstaan
1930	10300	
1937	10800	

Voor West Indië zijn alle zaken betreffende opnemingsarbeid en kaartverstrekking steeds door Nederland behandeld. Voor deze gewesten zijn 9 kaarten in omloop.

In Nederland is altijd wel min of meer opnemingswerk verricht; in het archief van het Hydrografisch Bureau vindt men nog als eerste volledige kaart van de Wester Schelde een opname uit den Napoleontischen tijd, 1799 vervaardigd door den bekenden franschen opnemer Beautemps Beaupré; van het Zeegat van Goeree in 1797 door Buyskes opgenomen en nog oudere kaarten, die alle getuigen, dat reeds gedurende de 18e eeuw de opneming der zeegaten en de publicatie van de zeekaarten door de Marine werden verzorgd. Voor de reproductie is vrijwel steeds kopergravure gebezigd, de lithografie, welke op het eind der 18e eeuw door Senefelder werd ontdekt, is voor de zeekaarten van Nederland zelden gebezigd. Gedurende de laatste 40 jaren geschiedde de opneming bijna steeds door toekomstige òf gewezen commandanten der opnemingsvaartuigen in Ned. Indië.

Voor Nederland zijn 17 zeekaarten in omloop. Ziehier een globaal overzicht van het verbruik:

Jaar	Aantal ex. verstrekt
1900	900
1910	1400
1920	3520
1930	3870
1937	3520

OPNEMINGEN, VERRICHT IN OOST-INDIË DOOR OPNEMINGS-VAARTUIGEN OF SPECIAAL DAARVOOR AANGEWEZEN SCHEPEN

VAN KLEINE EN PERIODIEKE OPNEMINGEN ZOOALS WESTGAT EN OOSTGAT SOERABAJA, IS GEEN MELDING GEMAAKT

Jaar	Naam van het vaartuig	Commandant	Verrichte opneming
1822	Brik Jacoba Elisabeth	F. A. Fokke	E. en N.kust Madoera eilanden Karimata en Seroetoe
1823	Korvet Courier	J. Stolze	N.kust Billiton en aangrenzende vaarwaters
1824—1857	Geen opnemingsvaartuig		
1843 1846 1847		M. H. Jansen	Vaarwaters naar Soerabaja
1858		G. D. A. Ampt J. W. van Rijn	
1859		J. Vos	
1860		A. W. Keuchenius	
1861			
1862	Schoenerbrik Pylades	Idem	Straat Banka
1863			
1864		W. Enstie	
1865		Idem	N.kust Banka
1866		W H. F. van Oordt	
1867		Idem	N. en NE.kust Banka
1868		J. C. Smith	
1869		C. L. van Woelderen	
1870		Idem	E.kust Banka
1871	Stoomschip Stavoren	Idem	E.kust Banka en Gasparstraten
1872		H. J. van Broekhuizen	Idem
1873	Geen opnemingsvaartuig		
1874		T. E. de Brauw	Gasparstraten en vaarwaters rond Billiton
1875		Idem	
1876		Idem	Vaarwaters beW. en beS. Billiton
1877	Stoomschip Hydrograaf	W. J. v. Loenen	Straat Siberoet, gedeelte straat Soenda. Gasparstraten
1878		H. A. de Smith v. d. Broeke	Zeeloodingen N.E.kust Banka
1878		H. Nijgh	Vaarwaters naar Soerabaja
1879	Stoomschip Soembing	H. A. de Smit v. d. Broeke	Zeeloodingen N.E.kust Banka N. en N.E.kust Billiton
		H. Nijgh	Vaarwaters naar Soerabaja
1880	Stoomschip Hydrograaf	H. A. de Smit v. d. Broeke	E.kust Billiton

Jaar	Naam van het vaartuig	Commandant	Verrichte opneming
1881 1882 1883	Stoomschip Hydrograaf	M. C. van Doorn	Straat Karimata
1883	Schoenerbrik Melvill v. Carnbee	H. F. Kouwenberg	N.kust Java
1883	Schoenerbrik Blommendal	J. L. Hordijk	Idem
1884	Stoomschip Hydrograaf	M. C. van Doorn C. H. Cornelissen	Krakatau en omgeving Duizend eilanden
	Schoenerbrik Melvill v. C.	H. F. Kouwenberg	Noordkust Java
	Schoenerbrik Blommendal	J. L. Hordijk	Idem
1885	Stoomschip Hydrograaf	C. H. Cornelissen	Duizend eilanden
	Schoenerbrik Melvill v. C.	H. F. Kouwenberg	N.kust Java
	Schoenerbrik Blommendal	S. K. Sybrandi K. W. Goetz	S.E.kust Sumatra-Tjilatjap
1886	Stoomschip Hydrograaf	C. H. Cornelissen	Javazee
	Schoenerbrik Melvill v. C.	H. F. Kouwenberg	N.kust Java
	Schoenerbrik Blommendal	S. K. Sybrandi J. W. A. F. v. Maren Bentz v. d. Berg	S.E.kust Sumatra, N.gedeelte straat Soenda N.kust Madoera
1887	Stoomschip Hydrograaf	C. H. Cornelissen A..F.C.v.Woerden	Karimoen Djawa eilanden-Javazee
	Schoenerbrik Melvill v. C.	A. H. Hoekwater	N.kust Java.
	Schoenerbrik Blommendal	J. W. A. F. v. Maren Bentz. v. d. Berg	E. en S.kust Madoera
1888	Stoomschip Hydrograaf	A.W.F.C.v.Woerden	Bawean, Javazee
	Schoenerbrik Melvill v. C.	A. H. Hoekwater	N.kust Java, Straat Madoera
	Schoenerbrik Blommendal	J. W. A. F. v. Maren Bentz. v. d. Berg J. H. Calmeyer	S.E.kust Sumatra. Gedeelte Straat Soenda Koninginne baai en Emmahaven
1889	Stoomschip Hydrograaf	A.W.F.C.v.Woerden	Bawean. Javazee
	Schoenerbrik Melvill v. C.	A. H. Hoekwater	S.E.kust Borneo
	Schoenerbrik Blommendal	J. W. A. F. v. Maren Bentz v. d. Berg- D.A. Krayenhoff v. d. Leur	S.E.kust Sumatra. Gedeelte Straat Soenda
1890	Stoomschip Hydrograaf	A.W.F.C.v.Woerden H. O. W. Planten	Straten Sapoedi en Laoet Kai eilanden
	Schoenerbrik Melvill v. C.	A. H. Hoekwater G. F. Tydeman	N.E.kust Sumatra
	Schoenerbrik Blommendal	D. A. Krayenhoff v. d. Leur	S.E.kust Sumatra, Gedeelte Straat Banka
1891	Stoomschip Hydrograaf	H. O. W. Planten	Kai eilanden
	Stoomschip Banda	L. A. T. J. F. v. Oyen	S.E.kust Borneo
	Schoenerbrik Melvill v. C.	G. F. Tydeman	N.E.kust Sumatra
	Schoenerbrik Blommendal	D. A. Krayenhoff v. d. Leur	S.E. en N.E.kust Sumatra
1892	Stoomschip Banda	L. A. T. J. F. v. Oyen	S.E.kust Borneo
	Schoenerbrik Melvill v. C.	G. F. Tydeman	N.E.kust Sumatra

Jaar	Naam van het vaartuig	Commandant	Verrichte opneming
1892	Schoenerbrik Blommendal	D. A. Krayenhoff v. d. Leur J. H. v. Hoogstraten	N.E.kust Sumatra
1893	Stoomschip Banda	L. A. T. J. F. v. Oyen	Kleine Paternostereilanden
	Schoenerbrik Melvill v. C.	G. F. Tydeman	N.E.kust Sumatra
	Schoenerbrik Blommendal	J. H. v. Hoogstraten	N.E.kust Sumatra
1894	Stoomschip Banda	G. P. van Hecking Colenbrander	E.wal Aroe eilanden
	Schoenerbrik Melvill v. C.	R. O. J. Verschoor	N.E.kust Sumatra en
	Schoenerbrik Blommendal	J. H. v. Hoogstraten	Riouw Archipel
1895	Stoomschip Banda	G. P. van Hecking Colenbrander	S.gedeelte Str. Makasser
	Schoenerbrik Melvill v. C.	R. O. J. Verschoor	Riouw Archipel
	Schoenerbrik Blommendal	J. H. v. Hoogstraten W. Naudin ten Cate	N.E.kust Sumatra
1896	Stoomschip Banda	G. P. van Hecking Colenbrander	S.gedeelte Str. Makasser
	Schoenerbrik Melvill v. C.	H. O. W. Planten	Riouw en Lingga Archipel
	Schoenerbrik Blommendal	W. Naudin ten Cate	E.kust Sumatra. Lingga Archipel
	Stoomschip Borneo	H. C. Velthuizen	S.kust Nw. Guinee
1897	Stoomschip Banda	E. E. Dullemond	S.gedeelte Str. Makasser
	Schoenerbrik Melvill v. C.	H. O. W. Planten	Riouw Archipel
	Schoenerbrik Blommendal	W. Naudin ten Cate	Lingga Archipel
1898	Stoomschip Banda	E. E. Dullemond	E.kust Borneo en N.kust Celebes
	Schoenerbrik Melvill v. C.	H. O. W. Planten	Lingga Archipel
	Schoenerbrik Blommendal	W. Naudin ten Cate	Idem
	Stoomschip Java	S. K. Sybrandi	Golf van Tomini
1899	Stoomschip Banda	E. E. Dullemond	E.kust Borneo en W.kust Celebes
	Stoomschip Makassar	H. F. Hoven	
	Schoenerbrik Melvill v. C.	H. O. W. Planten	Lingga Archipel
	Schoenerbrik Blommendal	J. M. P. Kluit	Lingga Archipel en E.kust Sumatra
	Stoomschip van Gogh	Idem	
	Stoomschip Java	S. K. Sybrandi	Golf van Tomini en N.kust Celebes
1900	Makasser	H. F. Hoven	E.kust Borneo, W. en N.kust Celebes
	van Gogh	J. M. P. Kluit R. O. J. Verschoor	E.kust Sumatra
	Bali	J. T. v. Slooten	Straat Boeton
1901	Makasser	H. F. Hoven	W.kust Celebes, E.kust Borneo
	van Gogh	R. O. J. Verschoor F. Bot	Straat Karimata
	Bali	J. T. v. Slooten	E.kust Celebes
	Ceram	D. A. P. Koning	Humboldtbaai en omgeving
1902	Makasser	H. F. Hoven	E.kust Borneo
	van Gogh	F. Bot	Kleine Soenda eilanden

Jaar	Naam van het vaartuig	Commandant	Verrichte opneming
1902	Bali	J. T. van Slooten	Saleier en omgeving
1903	Makasser	H. M. v. Straaten	E.kust Borneo
	van Gogh	F. Bot J. T. v. Slooten	Kleine Soenda eilanden Golf van Boni, S.kust
	Bali	J. A. M. Bron S. P. l'Honoré Naber	Celebes, Saleier en omgeving
1904	van Doorn	H. M. v. Straaten J. G. W. J. Eilerts de Haan	Sampit baai. W.kust Borneo en eilanden
	van Gogh	F. Bot	Kleine Soenda eilanden
	Bali	S. P. l'Honoré Naber	Golf van Boni, S.E.kust Borneo, S.kust Celebes
1905	van Doorn	J. G. W. J. Eilerts de Haan	W.kust Borneo en eilanden
	van Gogh	L. P. W. v. d. Wal	Kleine Soenda eilanden
	Bali	S. P. l'Honoré Naber	Golf van Tomini
1906	van Doorn	J. G. W. J. Eilerts de Haan	W.kust Borneo en eilanden
	van Gogh	L. P. W. v. d. Wal	Kleine Soenda eilanden
	Bali	S. P. l'Honoré Naber	Golf van Tomini en W.kust Celebes
	Borneo	C. A. Fock	W.kust Celebes
	Lombok	J. F. Hosang	S.kust Borneo en rivieren
1907	van Doorn van Gogh	L. H. G. Krol	W.kust Borneo en eilanden W.kust Sumatra en eilanden
	Sumbawa	L. P. W. v. d. Wal	Kleine Soenda eilanden
	Borneo	C. A. Fock	E. en N.kust Celebes
	Lombok	J. F. Hosang	S.kust Borneo
1908	van Gogh	L. H. G. Krol	W.kust Sumatra en eilanden
	Sumbawa van Doorn	L. P. W. v. d. Wal J. L. H. Luymes	Kleine Soenda eilanden
	Borneo	C. A. Fock	E.kust Celebes. Golf van Boni
	Lombok	J. F. Hosang	S.kust Borneo en rivieren
1909	van Gogh	L. H. G. Krol	W.kust Sumatra en eilanden
	van Doorn	J. L. H. Luymes	Kleine Soenda eilanden
	Borneo	O. H. v. Persyn	W.kust Aroe eilanden
	Lombok	D. E. Keus	S.kust Borneo en rivieren, N. en NE.kust Banka, kleine opdrachten
1910	van Gogh	F. C. Brust	W.kust Sumatra en eilanden
	van Doorn	J. L. H. Luymes P. C. Coops	Kleine Soenda eilanden
	Borneo	O. H. v. Persyn	W.kust Nieuw Guinee
	Lombok	D. E. Keus	N. en E.kust Banka, Palembang, Djambi en Paneirivier en kleine opdrachten
1911	van Gogh	C. F. Brust	W.kust Sumatra en eilanden
	van Doorn	P. Kruys	NW.kust Nieuw Guinee
	Borneo	O. H. v. Persyn	W.kust Nieuw Guinee

Jaar	Naam van het vaartuig	Commandant	Verrichte opneming
1911	Sumbawa	D. E. Keus	Asahanrivier, kleine opdrachten
1912	van Gogh van Doorn	F. C. Brust J. J. H. Commys G. L. Heeris	W.kust Sumatra en eilanden
	van Doorn Lombok Borneo	P. Kruys J. J. de Vries	NW.kust Nieuw Guinee
	Sumbawa	J. P. Muller	Reede Tg.Priok en Batavia, Vaarwater beW. Koendoer. Kleine opdrachten
1913	van Gogh	J. J. de Vries	
	Lombok	A. F. Buddingh H. J. Albarda	W.kust Nw. Guinee
	van Doorn	G. L. Heeris	W.kust Sumatra
	Sumbawa	J. P. Muller	W.kust Borneo
1914	van Doorn	G. L. Heeris	W.kust Sumatra
	Lombok	C. R. F. Tollenaar H. O. v. d. Straaten	N. en W.kust Nw.Guinee
	Sumbawa	C. ter Poorten J. Tissot v. Patot	Banka en Molukken
	van Gogh	J. J. de Vries	N. en W.kust Nw. Guinee
1915	van Doorn	G. L. Heeris	W.kust Sumatra
	Sumbawa	H. J. Albarda C. ter Poortten	Molukken
1916	van Doorn	G. L. Heeris	W.kust Sumatra
	Sumbawa	J. H. G. Kremer	Boeton
	van Gogh	J. C. F. Hooykaas	W.kust Sumatra
1917	van Doorn	J. A. E. Schenck de Jong	Kangean Archipel
	Sumbawa	J. H. G. Kremer	Saleier
	van Gogh	J. C. F. Hooykaas	W.kust Sumatra
1918	van Doorn	J. A. E. Schenck de Jong	E.kust Sumatra
	Sumbawa	J. H. G. Kremer	NW.kust Nw. Guinee
	van Gogh	J. C. F. Hooykaas	W.kust Sumatra
	Lombok	Eeftinck Schattekerk	NW.kust Nw. Guinee
1919	van Doorn	B. Kruys	NW.kust Nw. Guinee
	van Gogh	J. C. F. Hooykaas, A. F. H. Dalhuisen	W.kust Sumatra
	Tydeman	J. A. E. Schenk de Jong	E.kust Sumatra
	Koetei	J. H. G. Kremer	Kleine opdrachten
1920	van Doorn	B. Kruys	Halmahera
	van Gogh	A. F. H. Dalhuisen	Straat Soenda
	Tydeman	J. A. E. Schenck de Jong	Nw. Guinee
1921	van Doorn	B. Kruys, J. P. Remijnse	E.kust Borneo N.kust Misool

Jaar	Naam van het vaartuig	Commandant	Verrichte opneming
1921	van Gogh	A. F. H. Dalhuisen	S.kust Sumatra
	Sumbawa	P. Eikenboom	Borneo, Java, Timor
	Tydeman	C. ter Poorten	Nw. Guinee
1922	van Doorn	J. P. Remijnse	Misool en omgeving
	van Gogh		
	Sumbawa	P. Eikenboom	Timor
	Tydeman	C. ter Poorten	Geelvinckbaai
	gouv. mar. Eridanus	A. F. H. Dalhuisen	Straat Soenda
	gouv. mar. Orion	Lagaay	Idem
1923	van Gogh	J. P. Remijnse	Misool en omgeving
	Tydeman	C. ter Poorten	Geelvinckbaai
	gouv. mar. Eridanus	A. F. H. Dalhuisen	Wètar
	Orion	Lagaay	Straat Soenda
1924	van Gogh	J. P. Remijnse	W.kust Halmahera
	van Doorn	R. van Tijen	
	Tydeman	A. W. Staverman	E.kust Celebes
	gouv. mar. Eridanus	J. C. M. Warnsick	Timor
	gouv. mar. Orion	Lagaay	Straat Soenda
1925	van Doorn	R. van Tijen	Halmahera en omgeving
	Tydeman	A. W. Staverman	N. Nw. Guinee
	gouv. mar. Eridanus	J. C. M. Warnsinck H. Spits	Tanimbar eilanden
	gouv. mar. Orion	Lagaay	N.kust Sumatra
1926	van Doorn	R. van Tijen	Halmahera en omgeving
	Tydeman	A. W. Staverman	Ceram en kleine opdrachten
	Serdang		
	gouv. mar. Eridanus	H. Spits	Banda eilanden
	gouv. mar. Orion	Lagaay	E.kust Sumatra
	Sirius		
1927	van Doorn	R. van Tijen	Halmahera
	Serdang	K. van Aller	Ceram en Kai eilanden
	Tydeman		
	gouv. mar. Eridanus	H. Spits	Timor
	gouv. mar. Sirius	Lagaay	E.kust Sumatra
	Orion	A.J.H.bnv.Lynden	E.kust Sumatra
1928	van Doorn	R. van Tijen P. Eikenboom	Halmahera
	Tydeman	K. van Aller	Boeroe, Ceram
	gouv. mar. Eridanus	H. Spits	Soela eilanden
	gouv. mar. Orion	A.J.H.bnv.Lynden	Kleine opdrachten
1929	van Doorn	P. Eikenboom	Togian eilanden
	Tydeman	K. van Aller	N.kust Nw. Guinee
	Willebrord Snellius	F. Pinke	Oceanografische expeditie
	gouv. mar. Eridanus	E. J. Tjerkstra	Kleine opdrachten
	gouv. mar. Orion	A.J.H.bnv.Lynden	E.kust Sumatra
	Sirius	P. A. C. T. Knijff	
1930	Tydeman	K. van Aller	N. Nw. Guinee
	Snellius	F. Pinke	Oceanografische expeditie
	gouv. mar. van Doorn	A.J.H.bnv.Lynden	Talaud- en Sangi eilanden

Jaar	Naam van het vaartuig	Commandant	Verrichte opneming
1930	gouv. mar. Orion Sirius	P. A. C. T. Knijff	Rokanrivier en kl. opdrachten
1931	Tydeman	H. T. Hoffmann	Molukken
	Snellius	F. Pinke	Koetei delta
	gouv. mar. van Doorn	A.J.H.bnv.Lynden	Tomini bocht
	gouv. mar. Sirius Orion	P. A. C. T. Knijff	Straat Riouw
1932	Tydeman	H. T. Hoffmann J. Tissot van Patot	E.kust Celebes
	Snellius	Idem	Schouteneilanden
	gouv. mar. Orion	P. A. C. T. Knijff	Straat Riouw
1933	Snellius Tydeman	J. Tissot van Patot	E.kust Celebes en Schouten eilanden
	gouv. mar. Orion	P. A. C. T. Knijff	Straat Doerian
1934	Snellius	J. Tissot van Patot	Banka en Billiton
	gouv. mar. Orion Zuiderkruis	P. A. C. T. Knijff	Straat Banka en Berhala
1935	Snellius	J. Tissot van Patot	Banka en Billiton
	gouv. mar. Zuiderkruis	P. A. C. Th. Knijff	Riouw Archipel
1936	Snellius	J. Tissot van Patot T. K. bn van Asbeck	Banka en Billiton
	gouv. mar. Zuiderkruis	P. A. C. T. Knijff	Idem
	Eridanus	R. Troost	
	gouv. mar. Hydrograaf	C. Blok	Idem
1937	Snellius	T. K. bn van Asbeck	Zuidkust Borneo, Banka en Billiton
	gouv. mar. Eridanus	C. Blok	
	gouv. mar. Hydrograaf	R. Troost	Banka en Billiton



Willebrord Snellius, 1568—1636. Hoogleeraar in de wiskunde aan de Hooge School te Leiden. Naar een ets van de cartografen, oud-zeeofficieren Obbes en Bloem. Het huidige opnemingsvaartuig werd naar hem genoemd.



Opvarenden van Hr. Ms. Hydrograaf in 1882. In het midden de commandant, luit. ter zee 1ste kl. M. C. van Doorn, bekend opnemer en leeraar in de zeevaartkunde. Het opnemingsvaartuig van Doorn droeg zijn naam.



Luit. ter zee 1ste kl. J. G. W. S. Eilerts de Haan. Bekend opnemer. Geboren 3 October 1865, gestorven 29 Augustus 1908 tijdens een wetenschappelijken onderzoekingstocht in de binnenlanden van Suriname. Peet van het huidige Nederlandsche opnemingsvaartuig.



Luit. ter zee 1e kl. G. F. Tydeman in 1890 als commandant van Hr. Ms. opnemingsvaartuig Melvill van Carnbee. Bekend opnemer en leeraar in de zeevaartkunde. Geboren 12 Februari 1858. Sedert 1 Juli 1915 vice-admiraal b.d. Peet van het huidige Indische opnemingsvaartuig.



Rinkelaar. Tot aan het eind der 19e eeuw nog in dienst als hulp-opnemingsvaartuig. Rinkelaars (loodsschuiten) waren stevige breede platboomsvaartuigen met een sterk berghout; zij deden allerlei slampamperswerk, konden veel, zoo niet alles, en in geval van uitersten nood, als zij niets anders meer konden doen, lieten zij zichzelf op het strand loopen. Naar een waterverfteekening in 1888 van den luit. ter zee G. F. Tydeman.



Nederlandsch Opnemingsvaartuig Buyskes. Uit dienst gesteld in 1908. Foto, genomen in 1900 bij de visschersvlootrevue op het Buiten-Y. Dit verklaart het ongewone tenue der aan boord aanwezigen. Rechts ziet men de koninginnesloep, aan SB langszij van de VD 235; Koninklijke standaard, riemen op, Hare Majesteit stapt juist over, de Koningin Moeder zit nog in de sloop.



Hydrograaf. Nederlandsch opnemingsvaartuig. In dienst sedert 1910. Deplacement ± 250 ton. Vaart 10 zm. Let op het merk voor tuighoogtemeting.



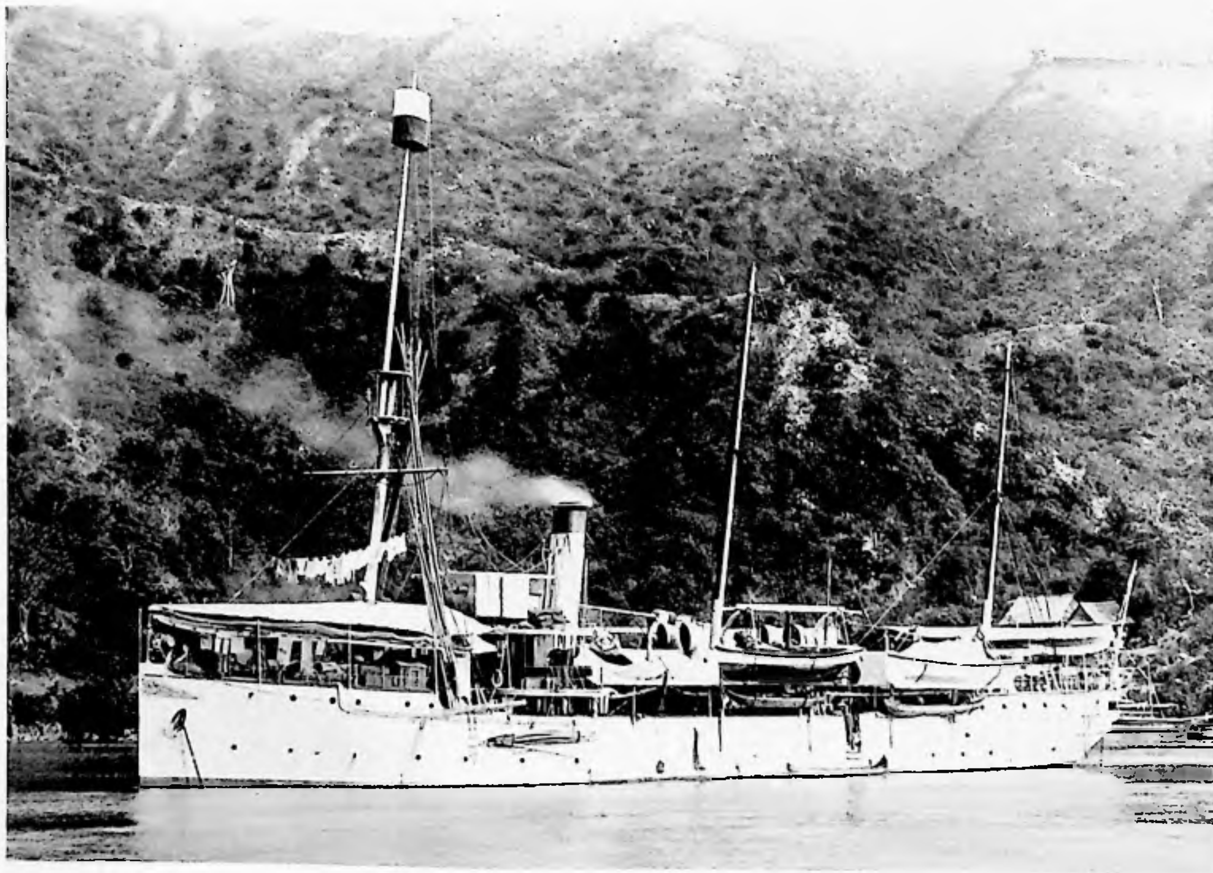
Eilerts de Haan. Nederlandsch opnemingsvaartuig. Deplacement ± 325 ton, vaart 12 zm. Afgebouwd in 1921.



Hr. Ms. Opnemingsvaartuig Melvill van Carnbee bij Onrust. Naar een sepiateekening in 1886 van den toenmaligen luit. ter zee 2e kl. G. F. Tydeman.



Hr. Ms. Opnemingsvaartuig van Doorn. 1901—1932. Deplacement ± 850 ton. Vaart ± 9 zm.
Hr. Ms. van Gogh. 1898—1924. was een dergelijk schip.



Hr. Ms. Borneo. 1907—1912 als tijdelijk opnemingsvaartuig. Deplacement ± 800 ton. Vaart ± 12 zm.
Het bekende beeld der baken-bamboes in het want.



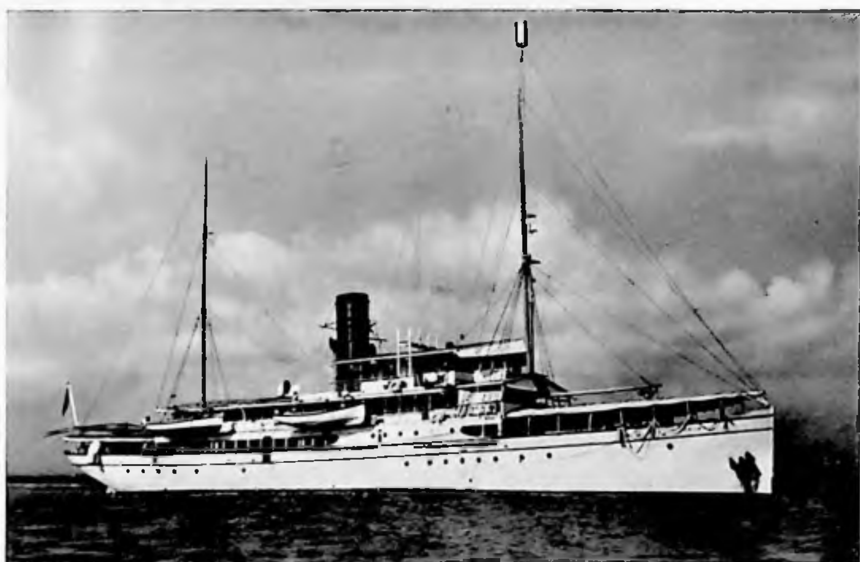
Hr. Ms. Opnemingsvaartuig Tydeman. Gebouwd 1916—1918 te Soerabaja. Deplacement ± 1300 ton. Vaart ± 10 zm.



Hr. Ms. Opnemingsvaartuig Willebrord Snellius. Gebouwd te Fijenoord 1928. Deplacement ± 1100 ton. Vaart ± 10 zm. Begon haar loopbaan met de oceanografische expeditie in de Oosthelft van den Archipel in 1929—1930. Deze expeditie stond onder leiding van den oud-zeeofficier P. M. van Riel, de commandant van het schip was de luit. ter zee 1ste kl. F. Pinke.



Gouvernementsvaartuig Eridanus. Tijdelijk opnemingsvaartuig. Waterverplaatsing ± 800 ton. Vaart ± 12 zm.



Gouv. Opnemingsvaartuig „Orion" 1922—1936.



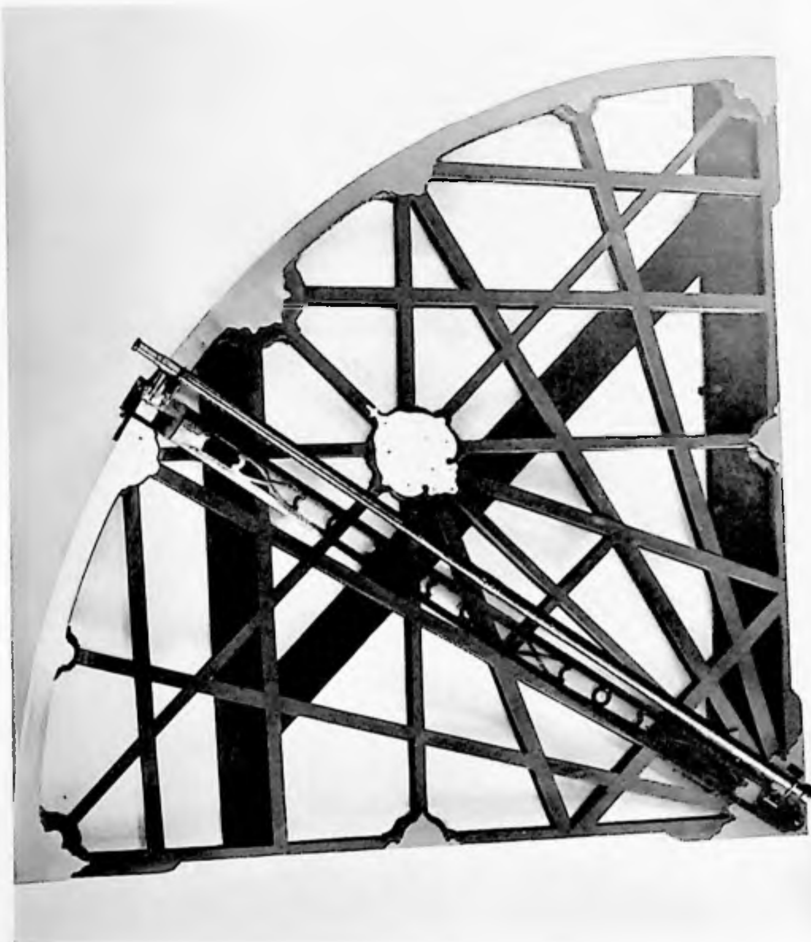
Gouv. vtg. Hulpopnemer „Hydrograaf". In Nederlandsch Indië sinds 1936 in dienst.



Hydrografisch Bureau, Badhuisweg 147 den Haag.



Internationaal Hydrografisch Bureau. Quai de Plaisance Monte Carlo.



Kwadrant van Willebrord Snellius.

Vervaardigd op diens aanwijzing door Willem Bleau. De straal is 21 dm, de dikte der eikenhouten balken bedraagt 8 cm, de koperen rand was oorspronkelijk verdeeld in graden.

Snellius bezigde dit instrument voor het waarnemen van de meridiaanshoogte van de zon, waaruit hij de breedte van Leiden, Alkmaar en waarschijnlijk nog eenige plaatsen berekende.

Daartoe werd dan een steenen muurtje gemetseld, zoo goed mogelijk in het meridiaanvlak, aan welk muurtje het kwadrant verticaal werd opgehangen.

Waarschijnlijk heeft Snellius echter ook met dit instrument horizontale hoeken gemeten, toen hij, als eerste, een triangulatie opzette in de omgeving van de huidige Sterrewacht te Leiden, met het doel van graadmeting.

Op deze Sterrewacht, welke in 1633 werd gesticht na aankoop van het kwadrant, werd dit instrument blijkbaar nog lang gebezigd. Immers, eerst in 1669 werd het van den kijker, welke men op de afbeelding ziet, voorzien. Op welke wijze men vóór dien tijd mat is niet bekend.

Het instrument is thans aangebracht in de vestibule van genoemde Sterrewacht.

10 Gebote des Feldmessers



















